

**PERUSTIETOJA KAKSIAJORATAISTEN
TEIDEN LIIKENNEVIRRASTA**

**TVH TIENSUUNNITTELUTOIMISTO
TKK LIIKENNELABORATORIO**

MAALISKUU 1987

88

TVH

88 : 142 / 2

PERUSTIETOJA KAKSIAJORATAISTEN TEIDEN
LIIKENNEVIRRASTA

ALKUSANAT

Kaupunkialueiden kaksiajorataisten teiden liikennevirran ominaisuuksista ei meillä Suomessa ole ollut käytävissä tuoreita mittaustuloksia moottoriteitä lukuunottamatta. Kun korkealuokkaisten pääväylien rakentaminen kaupunkialueilla on nyt lisääntynyt, on myös tällaisen tiedon tarve suunnittelun pohjaksi kasvanut.


Tässä raportissa käsitellään kaksiajorataisten teiden liikennevirran perusominaisuuksia pistekohtaisten mitausten perusteella. Moottoritiet eivät sisälly tarkasteluun. Käytetty tekniikka antaa moottoriteiltä ja kaksikaistaisilta teiltä saatujen kokemusten mukaan hyviä tuloksia, mikäli mittauspisteet on valittu tarkoituksenmukaisella tavalla.

Tutkimus on tehty Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratoriossa tie- ja vesirakennushallituksen tiensuunnittelutoimiston toimeksiannosta. Liikennelaboratoriossa työn ovat tehneet tekn. yo. Ari Sirkiä ja tekn. lis. Matti Pursula. Tie- ja vesirakennushallituksen asiamiehenä on toiminut dipl. ins. Pauli Velhonoja.

Otaniemessä 4.3 1987

Liikennelaboratorion esimies,

professori


Sulevi Lyly

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kaksiajorataisten teiden liikennevirran perusominaisuuksia moottoriteitä lukuunottamatta. Tarkastelut perustuivat Helsingin seudulla tehtyihin mittauksiin 60, 70 ja 80 km/h nopeusrajoitusalueilla.

Mittauksissa käytettiin liikenneanalysointilaitteita, jotka tallensivat ajoneuvomäärän, ajoneuvojen nopeudet, aikavälit ja pituudet. Analysointiin käytettiin kuivissa kesäolosuhteissa kerättyä aineistoa joka käsiteltiin 15 minuutin aikajasoissa. Liikennevirran peruskuvaaajiin käytettiin lineaarista aproksimaatiota, sillä aineistossa ei ollut havaintoja epävakaaasta liikennevirrasta.

Liikenteen vapaa keskinopeus oli 4-16 km/h suurempi kuin nopeusrajoitus. Keskinopeus laski hitaasti kun liikennemäärä kasvoi. Laskuksi saatiin 0,6 - 11,7 km/h tuhatta ajoneuvoa kohti.

Aikavälijakauman huippu oli reunakaistalla 1,0 - 2,0 sekunnin ja ohituskaistalla 0,5 - 1,5 sekunnin välillä. Aikavälijakauman suhteellinen keskihajonta oli suurempi kuin satunnaisessa liikenteessä lukuunottamatta rajoitusalueen 80 km/h reunakaistaa.

Kaistojen keskinopeusero pieneni kun liikennemäärä kasvoi ja nopeusrajoitus aleni. Kaistojen nopeuseroksi mitattiin 3 - 15 km/h.

Vaarallisen lyhyiden aikavälien osuus kasvoi liikennemäärän kasvaessa. Kaistakohtaisella liikennemäärällä 1 000 ajon/h osuudeksi saatiin reunakaistalla 8 - 11 % ja ohituskaistalla 16 - 19 %.

Kaksiajorataisten teiden liikennevirran tunnusluvut olivat 60 ja 70 km/h nopeusrajoitusalueilla samankaltaisia kuin kaksikaistaisilla teillä. Nopeustaso oli kuitenkin kaksiajorataisilla teillä korkeampi kuin kaksikaistaisilla teillä. Nopeusrajoitusalueella 80 km/h kaksiajorataisten teiden liikennevirta oli moottoritiemäistä. Kyseisellä rajoitusalueella teiden liikennetekniset ratkaisut olivat moottoriteiden tyyppisiä. Liittymät olivat eritasoliittymiä ja teillä ei ollut liikennevaloja.

SAMMANDRAG

Avsikten med undersökningen var att utreda trafikflödets grundegenskaper på vägar med två körbanor motorvägar undantagna. Undersökningen grundade sig på mätningar i Helsingforsregionen inom hastighetsbegränsningsområdena 60, 70 och 80 km/h.

Mätningarna gjordes med trafikanalyser, som registrerade antalet fordon, fordonens hastighet, tidsavstånd och längd. Vid analysen av mätningarna användes material insamlat under torra sommarförhållanden och det behandlades i 15 minuters tidsintervall. Trafikflödets fundamentaldiagram uppgjordes med hjälp av linear approximation, eftersom materialet inte innehöll observationer från instabilt trafikflöde.

Trafikens fria medelhastighet var 4 - 16 km/h större än hastighetsbegränsningen. Medelhastigheten minskade långsamt då trafikmängden ökade. Minskningen var 0,6 - 11,7 km/h per tusen fordon.

Tidsavståndsfördelningens toppvärde varierade mellan 1,0 och 2,0 sekunder på höger körfält och mellan 0,5 och 1,5 sekunder på vänster körfält. Fördelningens variationskoefficient var större än för slumpmässig trafik med undantag av höger körfält vid begränsningen 80 km/h.

Medelhastighetsdifferensen mellan körfälten minskade då trafikmängden ökade och begränsningen minskade. Hastighetsdifferensen mellan körfälten uppmättes till 3-15 km/h

Andelen farligt korta tidsavstånd ökade med trafikmängden. Då trafikmängden per körfält var 1 000 fordon/h, var andelen 8 - 11 % på höger körfält och 16 - 19 % på vänster körfält.

Trafikflödet på vägar med två körbanor inom hastighetsbegränsningsområdena 60 och 70 km/h uppvisade liknande egenskaper som på tvåfältsvägar. Hastighetsnivån var dock högre på vägarna med två körbanor än på tvåfältsvägarna. Inom begränsningsområdet 80 km/h påminde trafikflödet på vägarna med två körbanor om det på motorvägar. Inom ifrågavarande begränsningsområden påminde vägarnas trafiktekniska lösningar om motorvägar. Anslutningarna var planskilda och det fanns inga trafikljus.

ABSTRACT

The aim of the study was to analyze the basic characteristics of traffic flow on divided highways in rural environment. The conclusions were based on measurements made in Helsinki area on highways with speed limit of 60, 70 and 80 km/h.

The measurements were made with traffic analyzers, which recorded the number of vehicles per lane plus their speed, time headways and lengths. The data, which was recorded during good summer road conditions, was analyzed in 15 minutes intervals. The linear approximation was used to the fundamental speed-volume and speed-density relationships, because there were no observations from unstable flow area.

The free space mean speed was 4 - 16 km/h higher than the speed limit. The speed decreased as the flow increased. The decline of speed was 0,6 - 11,7 km/h per 1 000 veh/h flow increase.

The top of the distribution of the time headways was on the nearside lane between 1 and 2 seconds and on the offside lane between 0,5 and 1,5 seconds. The coefficient of variation of the time headways distribution was greater in the measured than in random flow excluding the nearside lane on 80 km/h speed limit area.

The difference in time mean speed between nearside and offside lane decreased as the traffic flow increased and the speed limit decreased. The difference varied from 3 - 15 km/h.

The percentage rate of the dangerous short time headways increased as the flow decreased. The share on the nearside lane was 8 - 11 % and on the offside lane 16 - 19 % when the flow per lane was 1 000 veh/h.

The basic characteristics of traffic flow on the divided highways with speed limit 60 and 70 km/h were similar to those on two-lane rural roads. The speed level was however higher on the divided highways than on the two-lane rural roads. On the areas, where speed limit was 80 km/h the basic characteristics of the flow were similar to those on the freeways. On that speed limit area the road environment resembled to the environment of the motorways. The intersections were interchanged and there were no traffic lights on the roads.

PERUSTIETOJA KAKSIAJORATAISTEN
TEIDEN LIIKENNEVIRRASTA

	Sivu
ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
SAMMANDRAG	4
ABSTRACT	5
SISÄLLYSLUETTELO	6
1. JOHDANTO	8
2. KIRJALLISUUSTUTKIMUS	9
2.1 Monikaistaisten teiden tyypit	9
2.2 Liikennevirran peruskuvaajat	10
2.3 Aikavälijakaumat	13
2.4 Vaaralliset aikavälit	16
2.5 Kaistajakauma	17
2.6 Nopeudet	17
3. MITTAUKSET	19
3.1 Mittauspisteet	19
3.2 Mittausjärjestelyt	21
3.3 Tutkimusaineisto	22
3.31 Aineiston keräys	22
3.32 Aineiston peruskäsittely	23
3.33 Aineiston kuvaus	24
4. ANALYYSIT	26
4.1 Liikennevirtamallit	26
4.11 Mallien muodostaminen	26
4.12 Keskinopeuden riippuvaisuus liikenne- määrästä ja liikennetiheydestä	27
4.2 Aikavälijakaumat	31
4.3 Kaistajakauma	34

4.4	Nopeudet	36
4.41	Nopeusjakaumat	36
4.42	Nopeuksien hajonta	38
4.43	Kaistojen keskinopeuserot	39
4.44	15 ja 85 % nopeudet	40
4.45	Eri ajoneuvotyyppien keskinopeudet	43
4.5	Vaaralliset aikavälit	43
5.	TULOSTEN TARKASTELU JA VERTAILU MUIHIN TIETYYYPPEIHIN	46
5.1	Peruskuvaajat	46
5.2	Aikavälit	47
5.3	Nopeudet	49
5.4	Kaistajakauma	50
5.5	Yhteenveto vertailusta	50
6.	YHTEENVETO	51
	LÄHDELUETTELO	54
	LIITTEET	55

1. JOHDANTO

Kaksiajorataisten teiden liikennevirran ominaisuuksien selvittäminen on ajankohtaista, jotta uusia teitä suunniteltaessa voidaan arvioida liikennevirran käyttäytymistä tulevalla tiellä. Suurimpina kiinnostuksen kohteina ovat nopeudet eri nopeusrajoitusalueilla sekä liikennevalojen ja liittymien vaikutus liikennekäyttäytymiseen.

Tutkittava tietyyppi poikkeaa sekä moottoriteistä että kaksikaistaisista teistä. Kaksiajorataisia teitä rakennetaan asutuskeskusten läheisyyteen, jolloin maankäyttö tien välittömässä läheisyydessä on usein tiiviimpää kuin moottoriteiden tai kaksikaistaisen teiden ympäristössä. Lisäksi kaksiajorataisilla teillä on liikennevaloin ohjattuja liittymiä, jotka moottoriteiltä puuttuvat. Sen sijaan moottoriteillä olevat kiihdytyskaistat yleensä puuttuvat tai ovat ainakin huomattavasti lyhyemmät kaksiajorataisilla teillä kuin moottoriteillä.

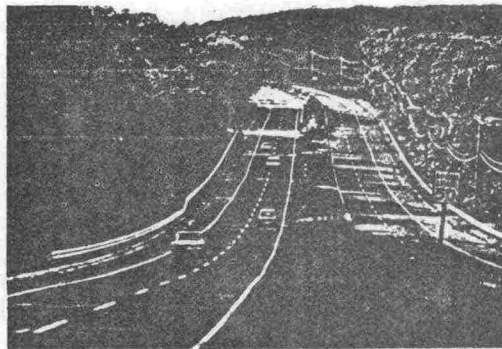
Suurin ero tutkittavalla tietyyppillä ja kaksikaistaisilla teillä on, että suunnat on erotettu kaksiajorataisilla teillä toisistaan keskikaistalla, jolloin ei ole törmäämismahdollisuutta vastaantulijoihin ja ohittaminen on vaivatonta ohituskaistaa käyttäen. Kaksiajorataisten teiden nopeusrajoitukset vastaavat kaksikaistaisen teiden nopeusrajoituksia, mutta ovat yleensä alhaisemmat kuin moottoriteillä.

Tässä raportissa käsitellään kaksiajorataisten teiden liikennevirran perusominaisuuksia pistekohtaisten mitausten perusteella. Tavoitteena on ollut perustiedon hankinta teiden suunnittelua varten. Tuloksia verrataan soveltuvin osin kaksikaistaisen teiden ja moottoriteiden liikennevirran ominaisuuksiin, joskin tien luonteen takia ajokäyttäytyminen kaksiajorataisilla teillä on ilmeisesti lähempänä moottoriteiden kuin kaksikaistaisen teiden ajokäyttäytymistä.

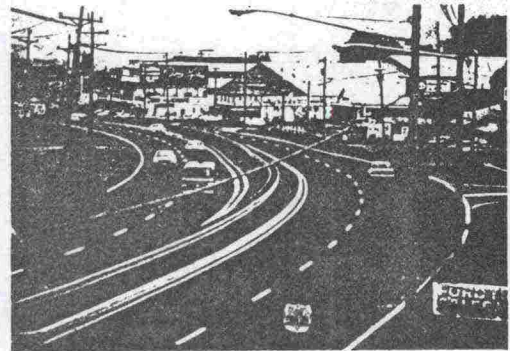
2. KIRJALLISUUSTUTKIMUS

2.1 Monikaistaisten teiden tyypit /Transportation Research Board 1985/

Monikaistaiset tiet voidaan jakaa neljään eri pääluokkaan. Ensimmäinen jaottelu tehdään sen mukaan onko suunnat erotettu toisistaan keskikaistalla vai vain maalaamalla. Toinen jakoperuste on tiellä olevien liikenteen valo-ohjauksisten paikkojen ja liittymien määrä, jonka mukaan tiet jaetaan esikaupunki- tai maaseutuympäristössä oleviin teihin. Eri tietyyppit on esitetty kuvassa 1.



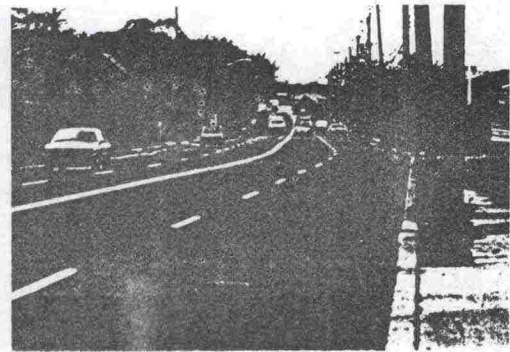
Jaettu monikaistainen tie maaseutuympäristössä.



Jaettu monikaistainen tie esikaupunkiympäristössä.



Jakamaton monikaistainen tie maaseutuympäristössä.



Jakamaton monikaistainen tie esikaupunkiympäristössä.

Kuva 1. Monikaistaisten teiden tyypit. /Transportation
Research Board 1985/

Jako esikaupunki- tai maaseutuympäristöteihin on vaikeaa, mutta jakoon vaikuttavia tekijöitä ovat

- valo-ohjaamattomien liittymien määrä,
- liittymien määrä,
- tieltä tai tielle vasemmalle kääntyvien määrä ja
- tieltä tai tielle oikealle kääntyvien määrä.

Tie voidaan määritellä esikaupunkiympäristön tieksi, jos sillä on yhteen suuntaan yli 10 liittymää maililla tai, jos vasemmalle kääntyvät ajoneuvot viivytävät suoraan ajajia.

2.2 Liikennevirran peruskuvaajat

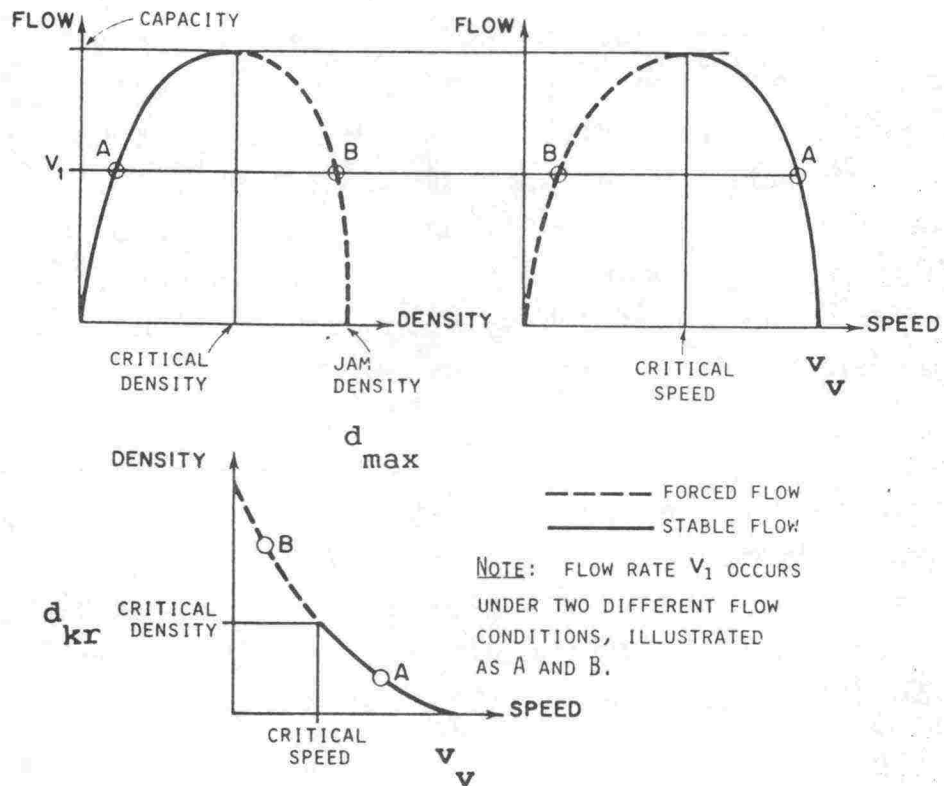
Erityyppisistä liikennevirroista mitatuista havainnoista voidaan määrittää liikennevirran peruskuvaajat, jotka kuvaavat liikennemäärän (q), keskinopeuden (v) ja liikennetiheyden (d) yhteyttä. Peruskuvaajina käytetään v - d , v - q ja q - d -riippuvaisuuksia. Liikennevirran perusyhtälö (kaava 1) määrittää liikennemäärän, keskinopeuden ja liikennetiheyden riippuvaisuuden. /Transportation Research Board 1985/

$$q = v_s * d \quad (1)$$

Nopeudet mitataan yleensä yhdessä tien poikkeileikkauksessa, jolloin saadaan ajoneuvojen hetkelliset nopeudet sekä liikennemäärä. Matkajakauman keskinopeus (v_s), joka on myös keskimääräinen matkanopeus /Transportation Research Board 1985/, saadaan hetkellisten nopeuksien (v_t) harmoonisena keskiarvona /Lyly 1971/.

$$v_s = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{v_{t_i}}} \quad (2)$$

Peruskuvaajien on havaittu noudattavan kuvan 2 mukaista riippuvaisuutta. Pisteistöihin on sovitettu useita malleja, joista meillä Suomessa ovat tavallisimmin käytössä Greenshieldsin- ja Mayn malli.



Kuva 2. Liikennevirran peruskuvaajat. /Transportation Research Board 1985/

Greenshieldsin malli perustuu olettamukseen, että v - d riippuvaisuus on lineaarinen.

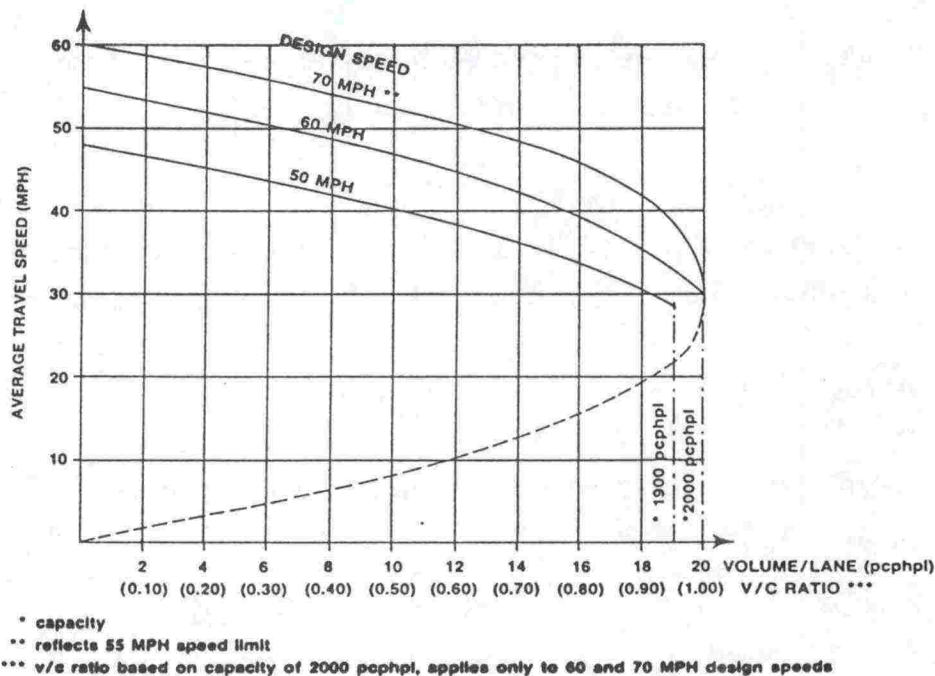
$$v_s = v_v \left(1 - \frac{d}{d_{\max}}\right) \quad (3)$$

Mayn mallissa v - d riippuvaisuus on käyräviivainen siten, että käyrä lähestyy hidastuvasti tiheysakselia.

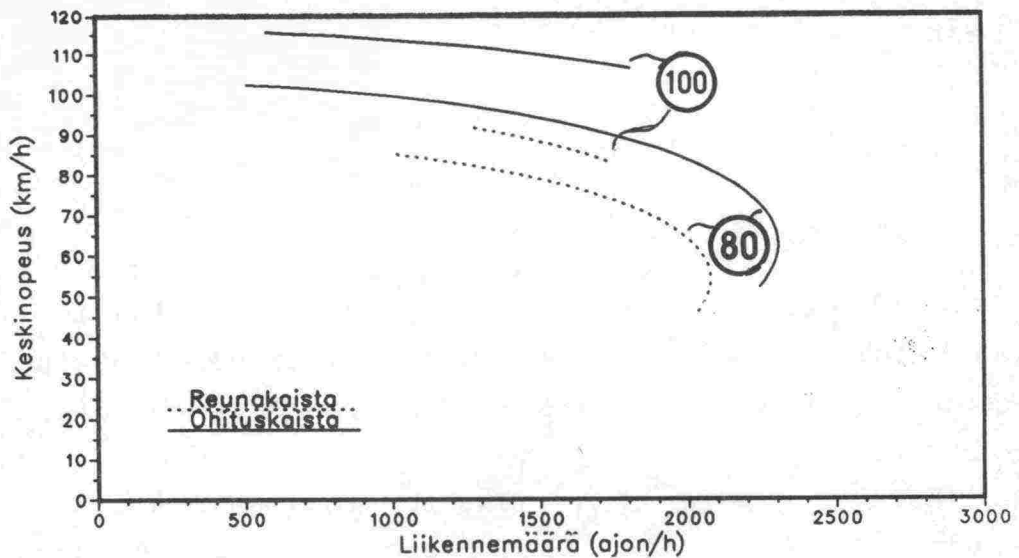
$$v_s = v_v * e^{-(1/2) * (d/d_{kr})^2} \quad (4)$$

Käyrän q-d käännepestästä saadaan tien tai kaistan välityskyky. Liikenteen vapaa keskinopeus on käyrän tangentin kulmakerroin origossa ja kriittinen keskinopeus, jolla välityskyky saavutetaan, on origon ja käännepesteen yhdistävän suoran kulmakerroin /Lyly 1971/. Kaksikaistaisille teille on saatu tien välityskyvyksi 2 800 ajon/h ja optiminopeudeksi 53 km/h /Transportation Research Board 1985/. Länsiväylällä Karhusaaren ohituskaistalla on mitattu kaistan välityskyvyksi noin 2 500 ajon/h ja optiminopeudeksi 56 km/h (kuva 4) /TVH 1984/, kun TRB pitää moottoritien välityskykynä 2 000 ajon/h kaistaa kohti ja optiminopeutena 51 km/h. TRB:n mukaan monikaististen teiden välityskyky kaistaa kohden on 2 000 ajon/h nopeuden ollessa 48 km/h (kuva 3).

Tien laskettuun välityskykyyn vaikuttaa liikennemäärän ja keskinopeuden laskentaan käytetyn tarkasteluaikajakson pituus siten, että aikajaksoa lyhennettäessä välityskyky kasvaa /TVH 1985/. Yllä esitettyjä arvoja laskettaessa on Länsiväylällä käytetty tarkasteluaikajakson pituutena 5 minuuttia, kun TRB käyttää 15 minuuttia.



Kuva 3. Keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuus monikaistaisilla teillä /Transportation Research Board 1985/.



Kuva 4. Keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuus
Länsiväylällä eri nopeusrajoitusalueilla
/TVH 1984/.

2.3 Aikavälijakaumat

Satunnaisen liikenteen aikavälit jakautuvat negatiivisen eksponentiaali-jakauman mukaisesti. Jakauman ominaisuudet on esitetty kaavoissa 5 ja 6. /Drew 1968/

Tiheysfunktio

$$f(t_b) = \frac{q e^{-(qt_b/3600)}}{3600} \quad (5)$$

Keskiarvo ja keskihajonta ovat yhtä suuret.

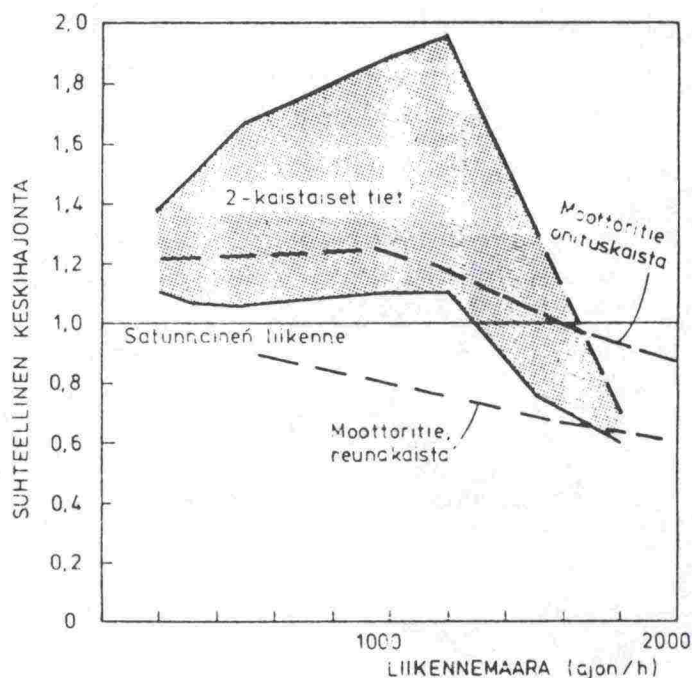
$$\bar{t}_b = \sigma_t = \frac{3600}{q} \quad (6)$$

Yleensä liikenne ei ole satunnaista, joten aikavälijakauman kuvaajina käytetään myös muita malleja. Jakauman tunnuslukuja verrataan kuitenkin usein satunnaisten liikenteen tunnuslukuihin.

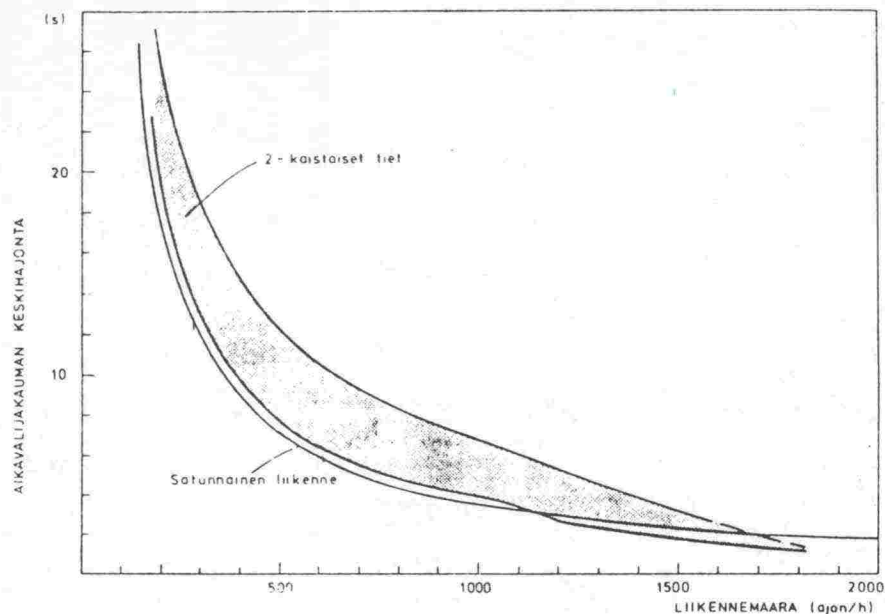
Suhteellinen keskihajonta määritetään kaavan 7 mukaisesti.

$$\sigma_{ts} = \frac{\sigma_t}{\bar{t}_b} \quad (7)$$

Suhteellinen keskihajonta kaksikaistaisilla teillä ja moottoritieillä poikkeaa kuvan 5 mukaisesti satunnaisen liikenteen keskihajonnasta. Moottoritien ohituskaistalla suhteellinen keskihajonta on suurempi kuin satunnaisen liikenteen, mutta reunakaistalla keskihajonta on pienempi kuin satunnaisessa liikenteessä. Kuvasta 6 havaitaan, että kaksikaistaisilla teillä aikavälien keskihajonta on satunnaista liikennettä suurempi, kun liikennemäärä on alle 1 100 ajon/h. /TVH 1985/

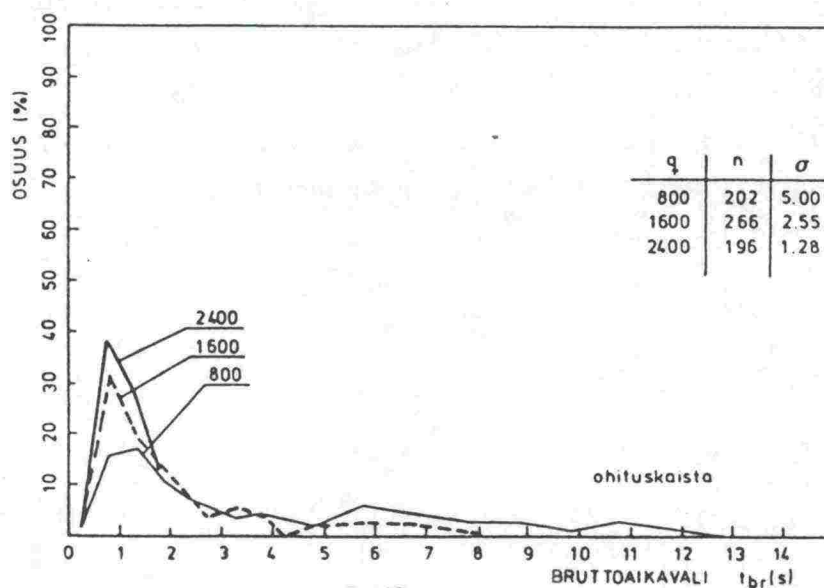


Kuva 5. Aikaväliljakuman suhteellinen keskihajonta kaksikaistaisilla teillä ja moottoriteillä /TVH 1985/.



Kuva 6. Aikavälijakauman keskihajonta kaksikaistaisilla teillä /TVH 1985/.

Lyhyiden aikavälien osuus kasvaa luonnollisesti liikennemäärän kasvaessa. Aikavälijakaumista kuitenkin huomataan, että 0,5 - 3 sekunnin osuus aikaväleistä on suurin kaikilla liikennemäärällä. Jakauman huippu on yleensä 1 - 2 sekunnin välillä /TVH 1984/. Kuvassa 7 on esitetty aikavälijakaumia Länsiväylällä.



Kuva 7. Bruttoaikavälien jakauma Länsiväylällä Karhusaareissa Helsingin suuntaan. /TVH 1985/

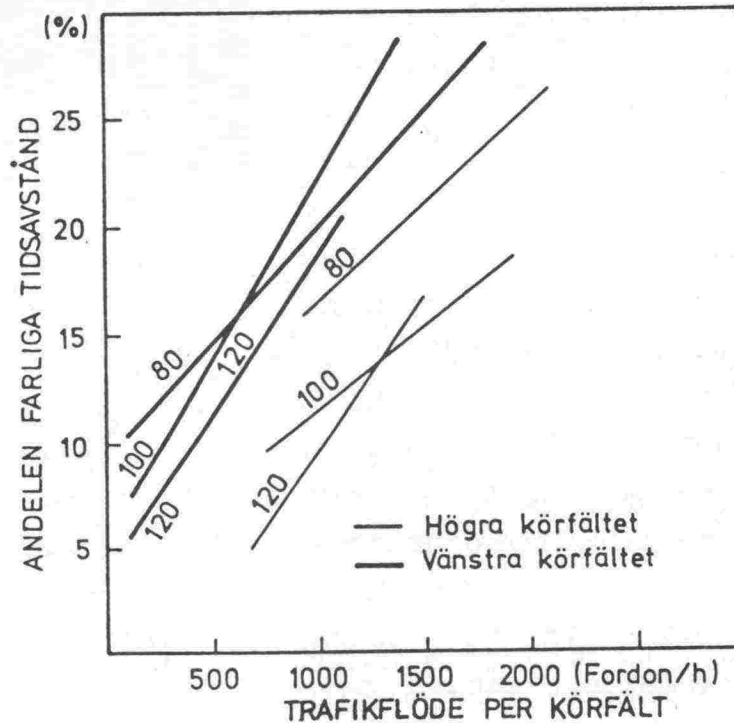
2.4 Vaaralliset aikavälit

Vaarallisiksi määritellään ne aikavälit, joissa perässä ajava ajoneuvo ei ehdi pysähtyä törmäämättä edellä aja-vaan ajoneuvoon tämän äkillisesti pysähtyessä. Vaarallisiin aikaväleihin vaikuttavat ajoneuvojen nopeusero, reaktioaika ja kitkakerroin. /TVH 1984/

Reaktioaika on vaikeasti määritettävissä, sillä se on yksilökohtainen, mutta laskelmissa on käytetty 0,8 sekuntia. Odottamattomissa tapauksissa reaktioaika voi olla jopa 2 sekuntia. Kitkakertoimelle käytetään eri arvoa kelin mukaan esimerkiksi seuraavasti

- kuiva kesäkeli 0,7,
- märkä kesäkeli 0,5,
- hyvä talvikeli 0,4,
- huono talvikeli 0,2. /TVH 1984/

Kaksikaistaisilla teillä ei ole havaittu selvää vaarallisten aikavälien määrän riippuvaisuutta liikennemäärästä /TVH 1985/. Moottoritieillä riippuvaisuus on sensijaan havaittavissa, joskin hajonta on suuri. Vaarallisten aikavälien osuus kasvaa liikennemäärän kasvaessa. Ohituskaistalla on vaarallisten aikavälien osuus 16 - 30 %, kun liikennemäärä on 1 500 ajon/h. Vastaava reunakaistan osuus on 10 - 22 %. /TVH 1984/. Kuvassa 8 on esitetty vaarallisten aikavälien ja liikennemäärän riippuvaisuuksia Länsiväylällä eri nopeusrajoitusalueilla.



Kuva 8. Vaarallisten aikavälien osuus Länsiväylällä eri nopeusrajoitusalueilla. /Pursula 1984/

2.5 Kaistajakauma

Moottoritiellä on havaittu ohituskaistan liikennemäärän osuuden kasvavan koko ajoradan liikennemäärän kasvaessa. Ohituskaistan liikennemäärä ylittää reunakaistan liikennemäärän, kun koko ajoradan liikennemäärä on 2 200 - 4 000 ajon/h. /TVH 1984/

2.6 Nopeudet

Liikenteen keskimääräiseen nopeuteen vaikuttavat tien nopeusrajoitus ja liikennetilanne tiellä. Ruuhkat alen-tavat keskinopeutta, kun vapaa nopeuden valinta estyy. On kuitenkin mahdollista, että keskinopeus on ruuhka-aikana vapaata liikennettä korkeampi. Syynä on ajotapa, joka saattaa päiväliikenteessä olla verkkaista ja kiireetöntä, mutta työmatkaliikenteessä kiireistä.

Nopeuksista (v) voidaan ilmoittaa keskinopeuden lisäksi eri prosenttinopeuksia. Prosenttinopeus osoittaa nopeuden, jota hitaammin prosentin mukainen osuus ajoneuvoista ajaa. Esimerkiksi v_{85} % osoittaa nopeuden, jota hitaammin 85 % ajoneuvoista ajaa.

Keskinopeudet laskevat yleensä liikennemäärän kasvaessa. v_{85} laskee yleensä jyrkemmin ja v_{15} loivemmin kuin keskinopeus. /TVH 1985/

Länsiväylällä keskinopeus ohituskaistalla on suurempi kuin reunakaistalla. Kaistojen keskinopeusero kasvaa nopeusrajoituksen noustessa. Rajoitusalueella 80 km/h ero on noin 10 km/h pienillä ja noin 5 km/h suurilla liikennemäärillä. Nopeusrajoituksen ollessa 100 km/h keskinopeusero on noin 15 km/h ja 120 km/h rajoitusalueella 15 - 25 km/h. /TVH 1984/

Nopeusrajoituksia noudatetaan moottoritien reunakaistalla hieman paremmin kuin ohituskaistalla. Nopeusrajoituksen ollessa 80 km/h, reunakaistalla on rajoituksen ylittäjiä 20 - 50 %, kun ohituskaistalla ylittäjiä on 20 - 95 %. 100 km/h rajoitusalueella nopeuden ylittäjiä on reunakaistalla 5 - 15 % ja ohituskaistalla 10 - 85 %. Rajoituksen ylittäjien osuus vähenee nopeusrajoituksen kasvaessa. /TVH 1984/

Liikennevirran tasaisuutta kuvaa nopeuksien hajonta. Nopeuksien hajontaa voidaan mitata keskihajonnalla ja peräkkäisten ajoneuvojen nopeuseron hajonnalla. Nopeuserojen hajonta on yleensä suurempi kuin nopeuksien keskihajonta ja liikennemäärä vaikuttaa jyrkemmin nopeuserojen hajontaan kuin nopeuksien keskihajontaan. /TVH 1985/

Nopeuksien keskihajonta pienenee liikennemäärän kasvaessa. Kaksikaistaisilla teillä keskihajonta on 3,9 - 11,7 km/h. /TVH 1985/. Länsiväylällä on keskihajonta reunakaistalla 6 - 12 km/h ja ohituskaistalla 8 - 14 km/h /TVH 1984/.

3. MITTAUKSET

3.1 Mittauspisteet

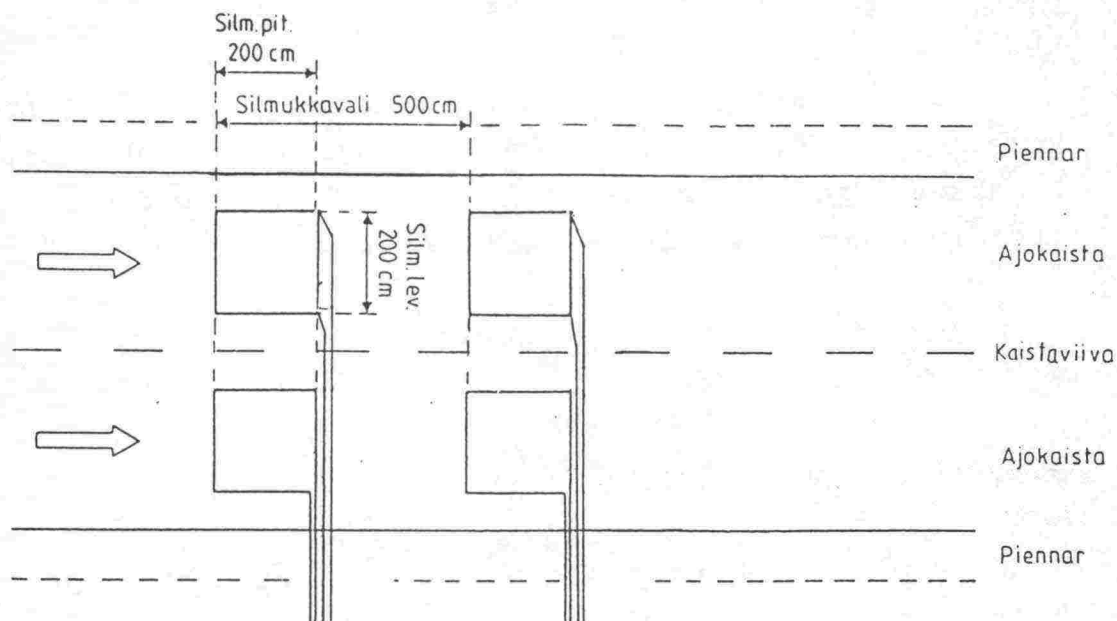
Mittauspaikat valittiin yhdessä TVH:n tiensuunnittelutoimiston kanssa siten, että tutkimukseen saatiin havaintoja 60, 70 ja 80 km/h nopeusrajoitusalueelta. Lisäksi jokaiselle nopeusrajoitusalueelle pyrittiin sijoittamaan piste sekä häiriöttömän liikenteen osuudelle, että osuudelle, jossa liittymät tai liikennevalot aiheuttivat häiriöitä liikennevirtaan. Tutkimukseen valitut tiet olivat kaikki välikaistalla erotettuja teitä. Valo-ohjauksisten kohtien ja liittymien tiheyden perusteella tiet voitiin luokitella TRB:n kriteerien mukaan maaseutu ympäristön teiksi. Mittauspisteiden nopeusrajoitukset ja tietyypit on esitetty liitteessä 1.

Pisteen tarkempi valinta tehtiin mittauspaikkaan tutustumisen jälkeen. Tällöin valintaan vaikutti linja-autopysäkkien sekä kiihdytys- ja hidastuskaistojen sijainti. Mittausauto pyrittiin sijoittamaan siten, etteivät mittaussuunnasta tulevat ajoneuvot havaitsisi mittausautoa ennen havainnon saantia.

Mittauksiin valittiin viideltä eri tieltä kymmenen pistettä. Pisteiden paikat on esitetty kuvassa 9. Liitteessä 2 on esitetty mittauspisteiden tarkka sijainti.

3.2 Mittausjärjestelyt

Mittaukset tehtiin TKK:n liikenneanalysaattoreilla JaRi I ja JaRi II. Mittauksia varten tien pintaan asennettiin väliaikaiset mittaussilmukat. Silmukat teipattiin kuivaan ja lämpimään asfalttiin siten, että kummallekin kaistalle tuli peräkkäin kaksi silmukkaa, joiden etureunojen etäisyys oli viisi metriä. Silmukat olivat neliöitä, joiden sivun pituus oli kaksi metriä. Kussakin silmukassa oli kolme johtokierrosta riittävän herkkyyden varmistamiseksi. Mittausten silmukajärjestelyt on esitetty kuvassa 10.



Silmukan leveys on 200 cm
Silmukan pituus on 200 cm
Silmukaväli on 500 cm etureunasta etureunaan
Silmukoiden kierrosluku on 3

Kuva 10. Mittauksissa käytetty silmukajärjestely.

Silmukoiden asentamisen ajaksi jouduttiin toinen ajokaista sulkemaan liikenteeltä. Työ kesti yhdessä pisteessä neljän henkilön tekemänä noin tunnin.

Analysaattorit rekisteröivät tiedot, joiden perusteella saatiin selville ohikulkeneiden ajoneuvojen määrä, aikaväli, nopeus ja pituus.

Analysaattoreiden antamat nopeusarvot poikkeavat oikeista arvoista ilmaisimien epätarkkuuden sekä ajoneuvojen metallimassojen ja ajolinjojen eron takia. Korjauksen määrittämiseksi tehtiin jokaisessa pisteessä erikseen tutkavertailu. Pisteestä mitattiin noin 100 varmaa havaintoa tutkalla ja liikenneanalyysaattorilla JaRi I. Saaduista pistepareista laskettiin lineaarinen nopeuskorjaus.

Jokaisesta mittauksesta täytettiin mittauslomake, johon merkittiin laitteiston ja mittauspisteen tiedot. Lisäksi kuvattiin säätila lyhyesti. Jos liikenteessä sattui poikkeuksellisia tilanteita mittauksen aikana (esim. kolari), tehtiin siitä merkintä mittauslomakkeeseen. Lomakkeen tietojen perusteella voitiin mittausaineistosta myöhemmin poistaa poikkeukselliset havainnot.

3.3 Tutkimusaineisto

3.31 Aineiston keräys

Yhdessä pisteessä mitattiin yhteensä viisi tuntia, joista kaksi tuntia oli hiljaisen ajan liikennettä ja kolme tuntia ruuhka-ajan liikennettä. Ylimääräisinä mittauksina tehtiin Kehä III:lla Tuupakassa iltaruuhkamittaus, joka kuitenkin epäonnistui osittain mittauspisteen jälkeisissä liikennevaloissa sattuneen peräänajon vuoksi. Lisäksi Vihdintiellä Konalassa tehdyt mittaukset uusittiin sadesään takia. Analysointiin käytetyt mittaukset on kaikki tehty kesällä kuivissa tielosuhteissa. Mittausajankohdat ja kerätyn aineiston määrä ilmenevät liitteestä 1.

Laitteiston antamien tietojen kalibroimiseksi tehdyssä tutkavertailuissa saatiin havaintoja pääasiallisesti reunakaistalta, sillä ohituskaistaa käytetään vilkkaan liikenteen aikaan, jolloin tutkalla ei saada varmoja havaintoja. Kehä III:n Variston pisteessä tutkavertailua ei voitu tehdä silmukoiden ennenaikaisen irtoamisen vuoksi.

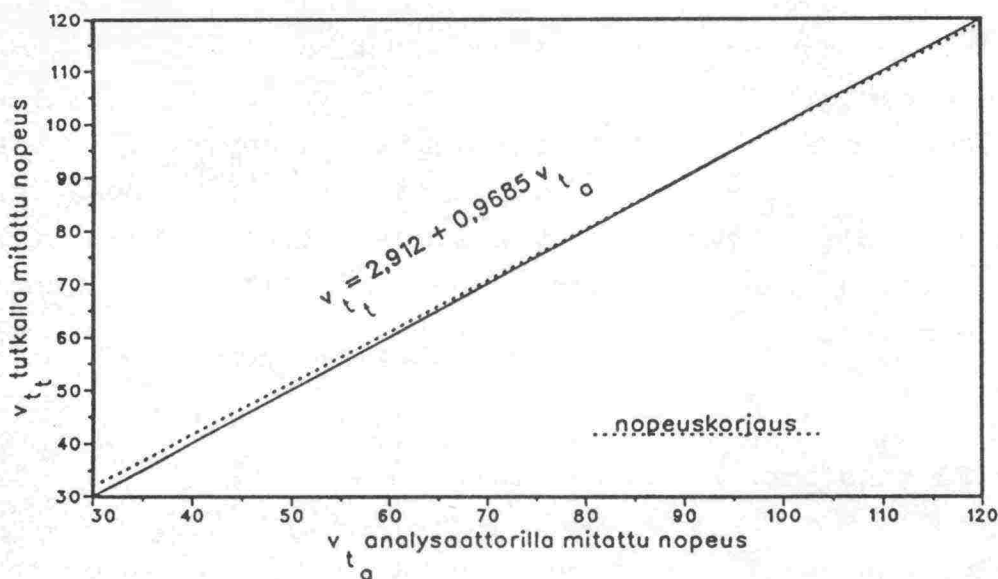
3.32 Aineiston peruskäsittely

Mittausaineisto tallennettiin TKK:n DEC-20 tietokoneeseen kaistoittain. Myöhemmin aineisto siirrettiin TKK:n AS/8043 tietokoneeseen, jossa se myös käsiteltiin liikennelaboratorion liikennevirtaohjelmilla.

Aineisto käsiteltiin aikajaksoihin jaettuina osina ja tulostaina saatiin liikennemäärä, matkajakauman keskinopeus, liikennetiheys ja liikenteen koostumus kolmessa pituusluokassa. Nämä tiedot laskettiin kaistoille ja koko ajoradalle erikseen. Lisäksi tulostettiin bruttoaikavälien ja nopeuksien jakaumat.

Aineiston käsittelyaikajakson pituudeksi valittiin 15 minuuttia. Aikajakson pituus ei kuitenkaan ollut kiinteä, sillä aikajaksoa ei katkaistu kesken jonokriteerin mukaista jonoa. Kuitenkin samassa mittauspisteessä käytettiin samaa aikajaksojakoa eri kaistoilla ja koko ajosuunnalle. Analysoinnissa käytettiin liikennemääränä 15 minuutin aikajakson mukaista tuntiarvoa.

Havaintoja käsiteltäessä korjattiin analysaattorien antamat yksittäiset nopeusarvot kuvan 11 mukaisella lineaarisella korjauksella. Kaikille pisteille yhteinen korjaus saatiin tutkavertailun perusteella.



Kuva 11. Tutkavertailulla määritetty nopeuskorjaus.

3.33 Aineiston kuvaus

Perusaineistosta piirrettiin liikennemäärän ja keskinopeuden aikavaihtelun kuvaajat. Kuvat on esitetty liitteessä 3. Lisäksi piirrettiin keskinopeuden ja liikennemäärän, keskinopeuden ja liikennetiheyden sekä liikennemäärän ja liikennetiheyden kuvaajat kaistoittain ja koko ajoradalle. Kaistakohtaiset kuvat on esitetty liitteessä 4 ja koko ajoradan liitteessä 5.

Mittauspisteet jakaantuivat liikennemäärän perusteella kahteen toisistaan selvästi eroavaan ryhmään. Toisessa ryhmässä suurin havainto oli yli 2 500 ajon/h ja toisessa alle 2 000 ajon/h. Ensinmainittuun kuuluvat Kehä I:n ja Hämeenlinnanväylän mittauspisteet. Kaikissa mittauspisteissä hiljaisen ajan liikenne on vähäisempää kuin ruuhka-ajan liikenne.

Ruuhka-ajan liikenteessä havaittiin Kehä III:lla Tuupakassa aamuruuhkan jakaantuminen kahteen osaan. Ensimmäinen huippu oli noin klo 6.30 ja jälkimmäinen ennen klo 8.00. Ruuhkan kesto oli kaikissa mittauspisteissä lähes yhtä pitkä.

Keskinopeuksien aikavaihtelu oli pientä. Ruuhka alensi kuitenkin hieman keskinopeutta. Selvä keskinopeuden ale-

neminen ruuhkassa havaittiin Vihdintiellä Konalan mittauspisteessä, jossa keskinopeuden vaihtelu oli jopa 30 km/h.

Ohituskaistoilla keskinopeus oli, muutamaa poikkeusta lukuunottamatta, koko ajan selvästi reunakaistan keskinopeutta suurempi.

Aineistosta laskettu pistekohtainen huipputuntikerroin (HTK15) vaihteli 0,85 - 0,98. Pienin arvo oli Turuntien Leppävaaran pisteessä ja suurin Hämeenlinnanväylän Etelä-Kaarelan pohjoissuunnan pisteessä. Pistekohtaiset huipputuntikertoimet ja huipputunnin liikenteen yli 6 m ajoneuvoryhmien osuus on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Mittauspisteiden huipputuntikerroin (HTK15) ja huipputunnin liikenteen yli 6 m ajoneuvoryhmien osuus.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Huipputuntikerroin (HTK15)	Raskaiden ajoneuvojen (> 6m) osuus huipputuntina (%)
1	Hämeenlinnanväylä	Etelä-Kaarela	etelään	0,87	4,4
2	Hämeenlinnanväylä	Etelä-Kaarela	pohjoiseen	0,98	4,1
3	Kehä I	Leppävaara	itään	0,96	3,0
4	Kehä I	Länsi-Pakila	itään	0,96	2,5
5	Kehä I	Pohjois-Tapiola	länteen	0,96	3,2
6	Kehä III	Seutula	länteen	0,92	7,3
7	Kehä III	Tuupakka	itään *	0,89	7,5
8	Kehä III	Varisto	länteen	0,91	7,0
9	Turuntie	Leppävaara	itään	0,85	3,2
10	Vihdintie	Konala	pohjoiseen	0,91	4,0
* Mittauspisteessä sattui kolari, joka aiheutti häiriötä liikennevirtaan. Huipputunti on laskettu kolarin jälkeisestä tunnista.					

4. ANALYYSIT

4.1 Liikennevirtamallit

4.11 Mallien muodostaminen

Mittauksissa kerätyssä aineistossa ei saatu yhtä mittauspistettä lukuunottamatta havaintoja epävakaasta liikennevirrasta. Tämän takia käytettiin lineaarista ap-
roksimaatiota keskinopeuden ja liikennemäärän, keskino-
peuden ja liikennetiheyden sekä liikennemäärän ja liikennetiheyden kuvaajiin. Vihdintien Konalan mittauksessa saadut epävakaan liikennevirran pisteet poistettiin käsittelystä, sillä ruuhkautuminen aiheutui mittauspisteen jälkeisen Kehä I:n rampin välittämästä liikenteestä.

Regressioanalyysissä yhdistettiin hiljaisen- ja ruuhka-ajan liikenteen mittausaineistot. Tämän takia saatiin Hämeenlinnanväylän Etelä-Kaarelan eteläsuunnan mittauspisteessä reunakaistalle ja koko ajoradalle nopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuus nousevaksi. Vastaava tulos saatiin myös Kehä III:n Variston pisteessä koko ajoradalle ja Kehä III:n Tuupakan pisteen ohituskaistalle.

Tarkasteltaessa hiljaisen- ja ruuhka-ajan mittauksia erikseen saatiin em. pisteissä ruuhka-ajan mittauksen kaistoittaiset regressiot laskeviksi, mutta koko ajoradan regressio oli nouseva Hämeenlinnanväylän eteläsuunnan ja Kehä III:n Variston pisteessä. Hiljaisen ajan mittauksissa saatiin Hämeenlinnanväylän eteläsuunnan reunakaistan ja koko ajoradan sekä Kehä III Variston reunakaistan ja Tuupakan ohituskaistan regressio nousevaksi.

Syynä nousevaan riippuvaisuuteen voidaan pitää pisteistön suurta hajontaa, joka aiheutuu erilaista ajokäyttämisestä erityyppisissä liikennetilanteissa, kuten ruuhka-, vapaa-ajan- ja työmatkaliikenne.

Mittausaineistossa reunakaistan liikennemäärä vaihteli 300 - 1 900 ajon/h, ohituskaistan 50 - 1 800 ajon/h ja koko ajoradan 500 - 3 700 ajon/h.

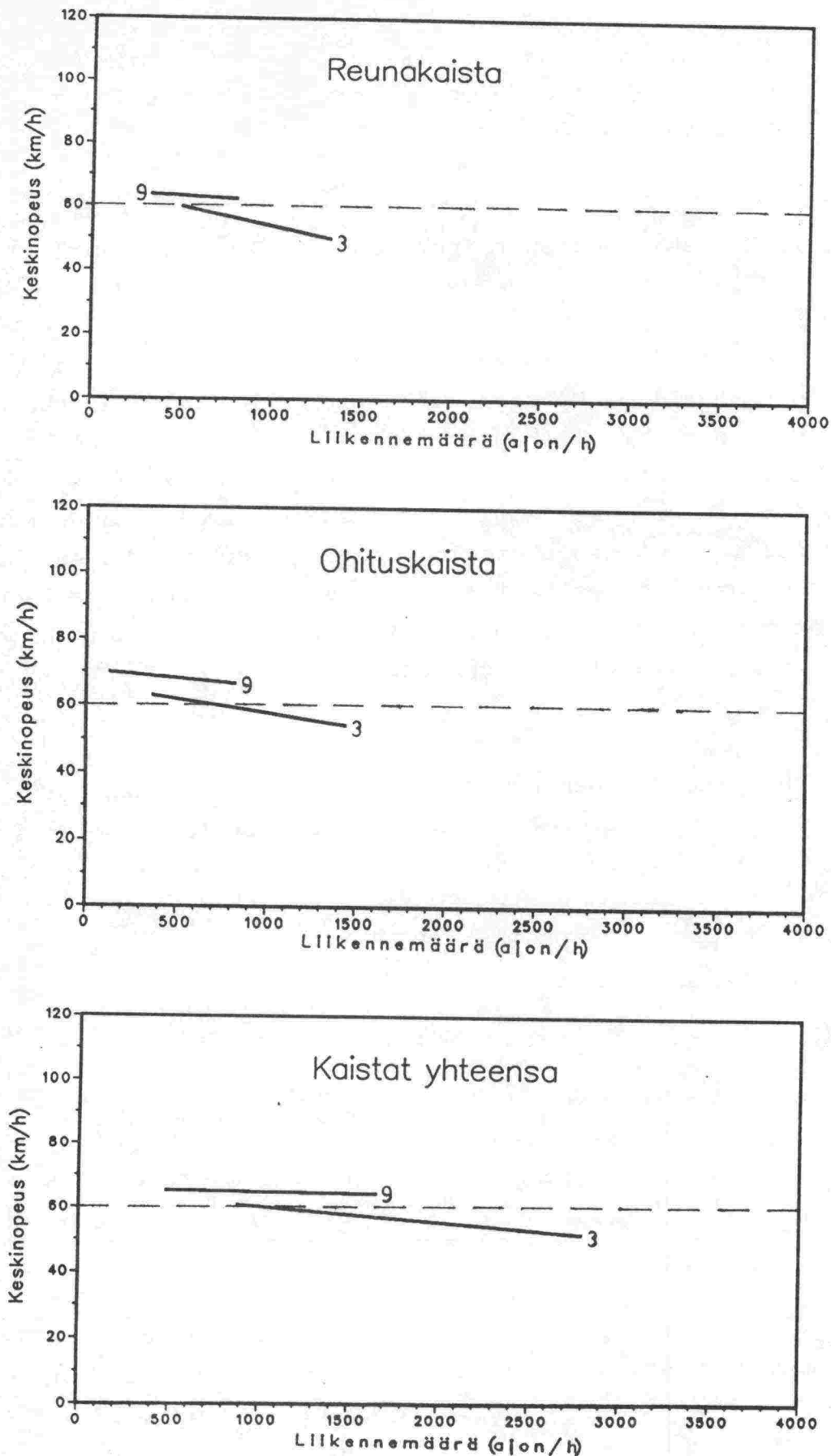
4.12 Keskinopeuden riippuvaisuus liikennemäärästä ja liikennetiheydestä

Liikenteen vapaa keskinopeus voidaan määrittää usealla eri tavalla. Keskinopeuden ja liikennemäärän sekä keskinopeuden ja liikennetiheyden riippuvaisuudesta määritettynä havaitaan, että liikenteen vapaa keskinopeus oli 4 - 16 km/h suurempi kuin tien nopeusrajoitus. Peruskuvaajien regressiokertoimet ja regression mukaiset suorien kuvaajat on esitetty liitteessä 6. Taulukossa 2 on esitetty keskinopeuden peruskuvaajien regressiokertoimien vaihtelualueet eri nopeusrajoitusalueilla.

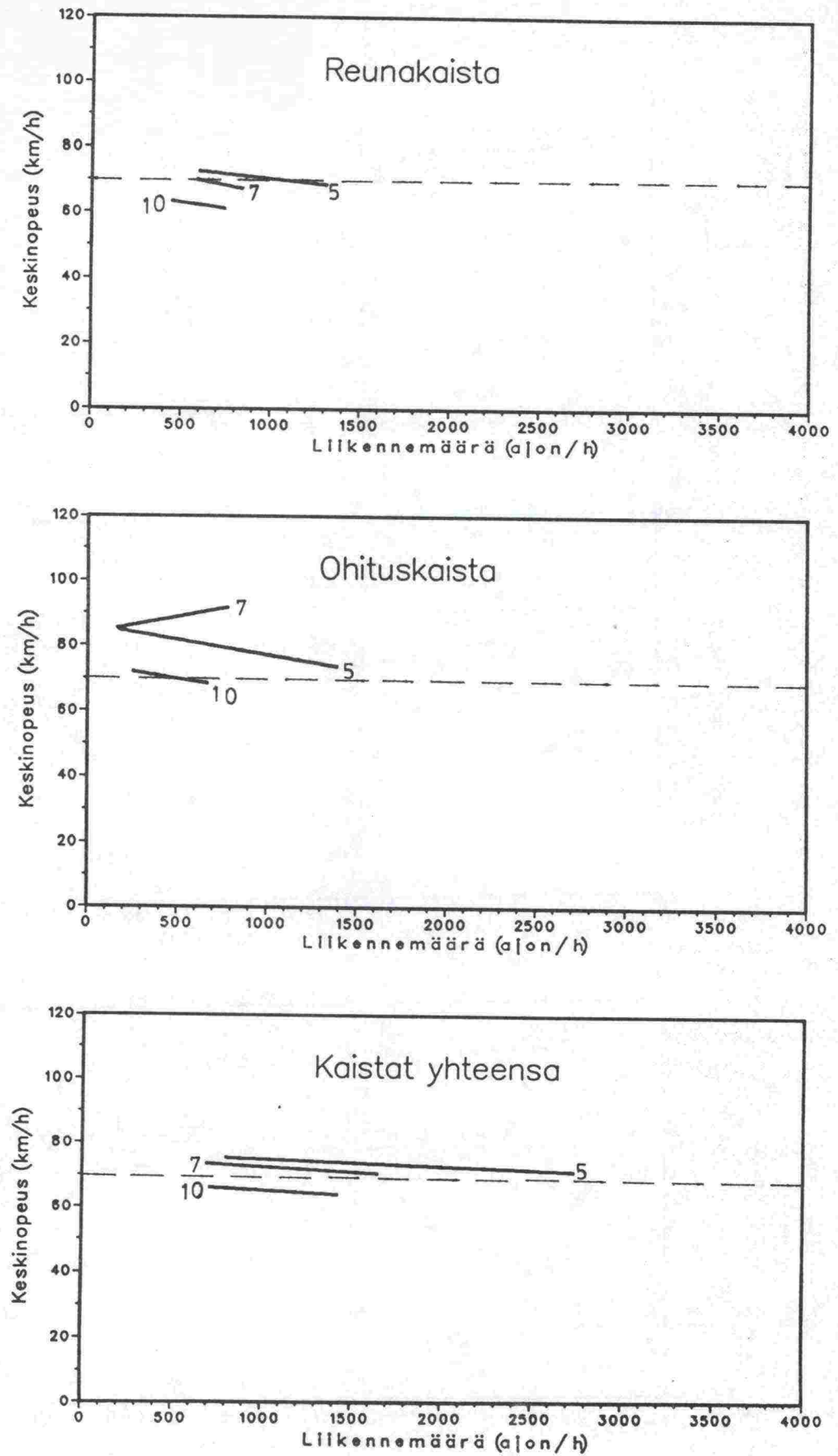
Taulukko 2. Keskinopeuden regressiokertoimien vaihtelualueet liikennemäärän tai liikennetiheyden funktiona.

Kaista		Nopeusrajoitus 60 km/h	70 km/h	80 km/h
Vakio	Reuna	64,430 - 65,588	66,435 - 76,718	76,000 - 86,298
	Ohitus	65,505 - 70,478	73,981 - 86,231	88,451 - 91,872
	Yhteensä	64,395 - 65,819	68,293 - 77,059	76,611 - 82,537
Kerroin (liikenne- määrän vaikutus)	Reuna	-0,0117 - -0,0026	-0,0104 - -0,0055	-0,0090 - +0,0012
	Ohitus	-0,0080 - -0,0046	-0,0090 - +0,0105	-0,0095 - -0,0007
	Yhteensä	-0,0046 - -0,0006	-0,0030 - -0,0020	-0,0036 - +0,0020
Kerroin (liikenne- tiheyden vaikutus)	Reuna	-0,5640 - -0,1830	-0,7900 - -0,3900	-0,5830 - +0,0769
	Ohitus	-0,4280 - -0,3140	-0,8390 - -0,6540	-1,1300 - -0,0737
	Yhteensä	-0,2346 - -0,0440	-0,2530 - -0,1527	-0,2441 - +0,1607

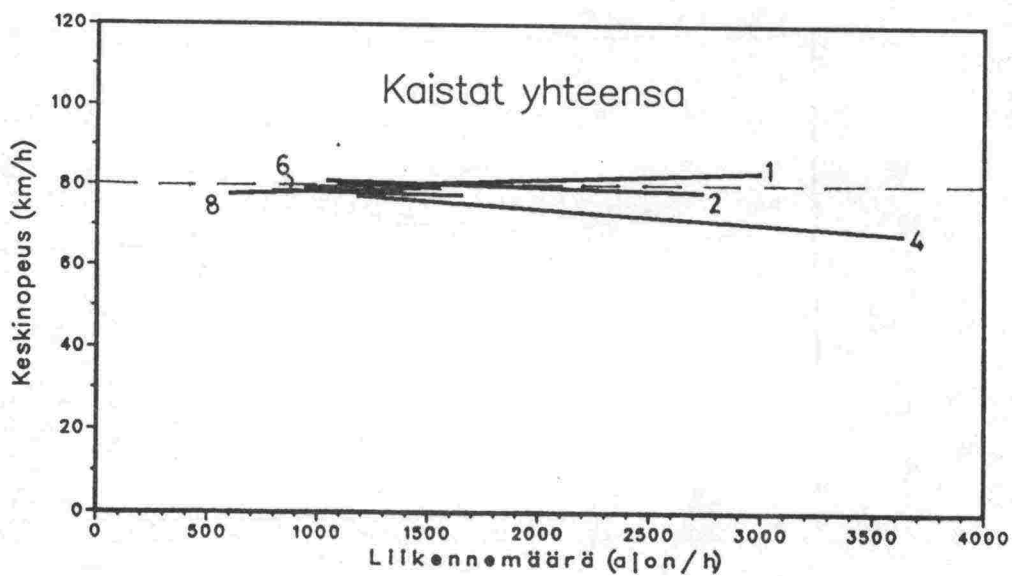
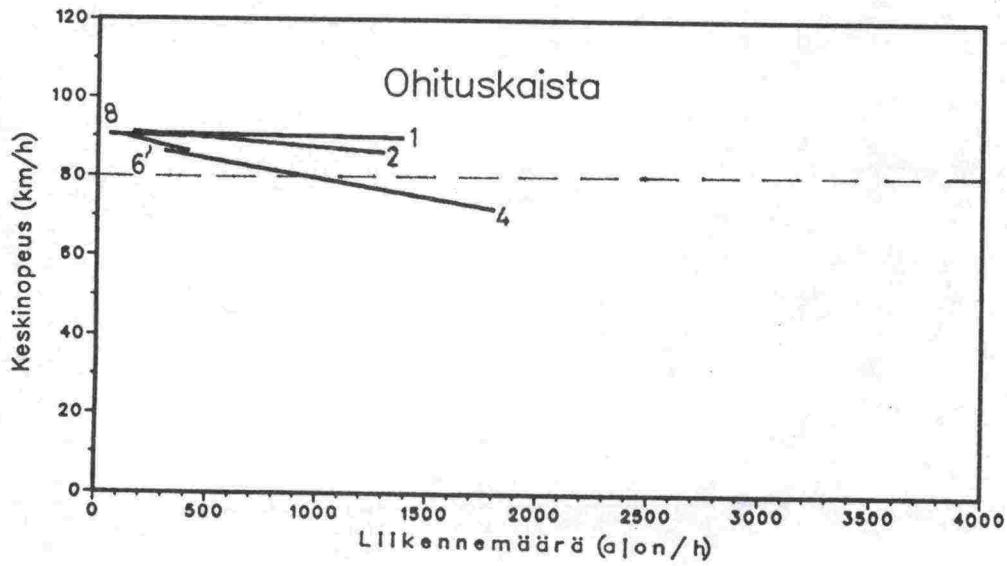
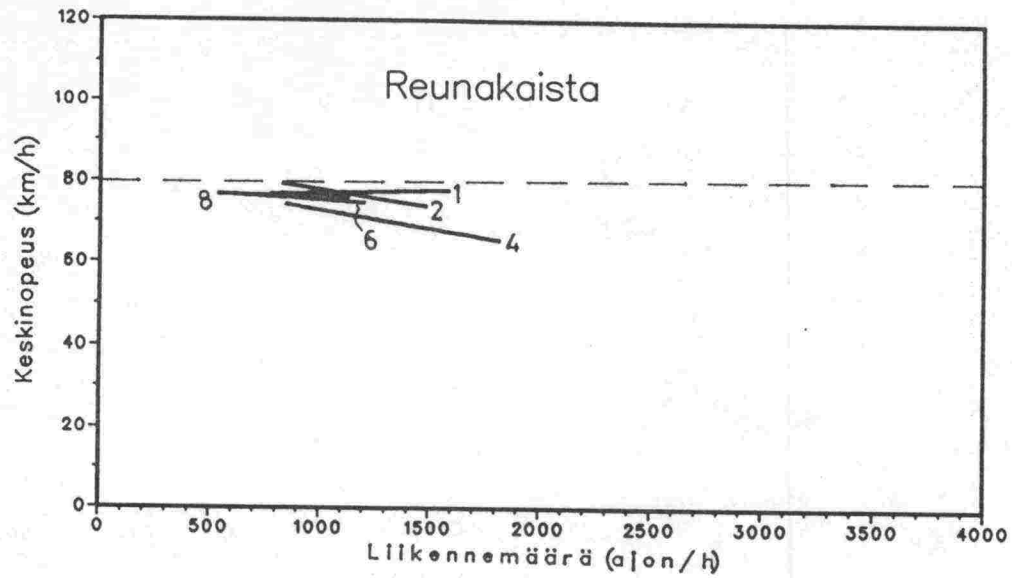
Keskinopeus laski hitaasti liikennemäärän kasvaessa. Mittauspisteissä saatiin keskinopeuden laskuksi 0,6 - 11,7 km/h tuhatta ajoneuvoa kohti. Kuvassa 12 on esitetty keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuudet nopeusrajoitusalueella 60 km/h. Kuvassa 13 on esitetty vastaavat kuvat nopeusrajoitusalueella 70 km/h ja kuvassa 14 nopeusrajoitusalueella 80 km/h.



Kuva 12. Keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuuden kuvaajat nopeusrajoitusalueella 60 km/h. Nume-rointi viittaa taulukkoon 1.



Kuva 13. Keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuuden kuvaajat nopeusrajoitusalueella 70 km/h. Nume-
rointi viittaa taulukkoon 1.



Kuva 14. Keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuuden kuvaajat nopeusrajoitusalueella 80 km/h. Nume-rointi viittaa taulukkoon 1.

Kaistakohtaisissa tarkasteluissa havaittiin eroja reuna- ja ohituskaistan välillä. Ohituskaistan keskinopeustaso oli pienillä liikennemäärillä 2 - 15 km/h suurempi kuin nopeusrajoitus. Vastaavissa liikennetilanteissa reuna-kaistan keskinopeustaso vaihteli 6 km/h nopeusrajoitusta pienemmästä 4 km/h nopeusrajoitusta suurempaan arvoon.

4.2 Aikavälijakaumat

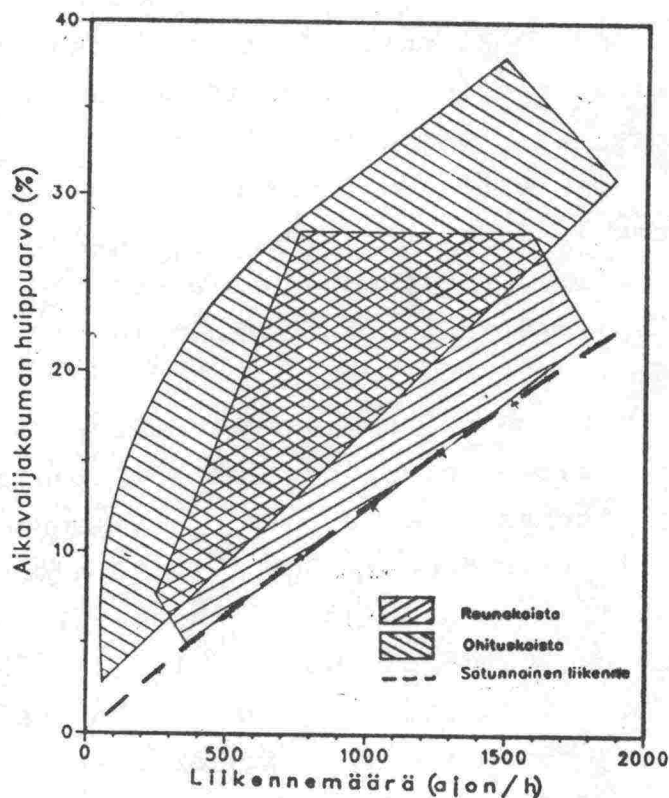
Tarkastelussa käytetään kahden peräkkäisen ajoneuvon saapumisaikaväliä.

Mittausaineiston perusteella piirrettiin aikavälijakauman tiheys- ja summakäyrät valituista aikajaksoista liikennemäärän funktiona. Tarkastelu tehtiin kaistakohtaisesti, sillä ajoradan aikavälijakaumaa ei saada laske-
malla yhteen kaistakohtaisia jakaumia. Tarkastelussa aikavälit luokiteltiin 0,5 sekunnin luokkiin viiteen sekuntiin saakka ja siitä eteenpäin sekunnin luokkiin 19 sekuntiin asti. Pistekohtaiset aikavälien tiheys- ja summakäyrät piirrettiin 0,5 sekunnin luokkia käyttäen.

Aikavälien tiheys- ja summakäyrät piirrettiin valituista aikajaksoista siten, että jokaisesta mittauspisteestä pyrittiin valitsemaan kolme eri liikennemääräluokkaa. Luokkina käytettiin 500, 1 000 ja 1 500 ajon/h ja havainto hyväksyttiin luokkaan jos poikkeama oli 500 luokassa pienempi kuin 90, 1 000 luokassa 160 ja 1 500 luokassa 120 ajon/h. Tarkasteluun valittiin vain tiettyjä aikajaksoja, joten esitetyt kuvaajat ovat esimerkkejä koko mittausaineistosta. Tiheyskäyrien kuvaajat on esitetty liitteessä 7 ja kertymäkäyrien kuvaajat liitteessä 8.

Aikavälien tiheyskäyrän huippu oli 0,5 - 2,0 sekunnin välillä. Suurin huipun korkeus oli 38 % Kehä I:n Leppävaaran pisteessä ohituskaistalla aikaväli luokassa 1,0 - 1,5 sekuntia. Liikennemäärällä 1 500 ajon/h huipun korkeus oli 19 - 38 %, 1 000 ajon/h 14 - 32 % ja 500 ajon/h 9 - 22 %.

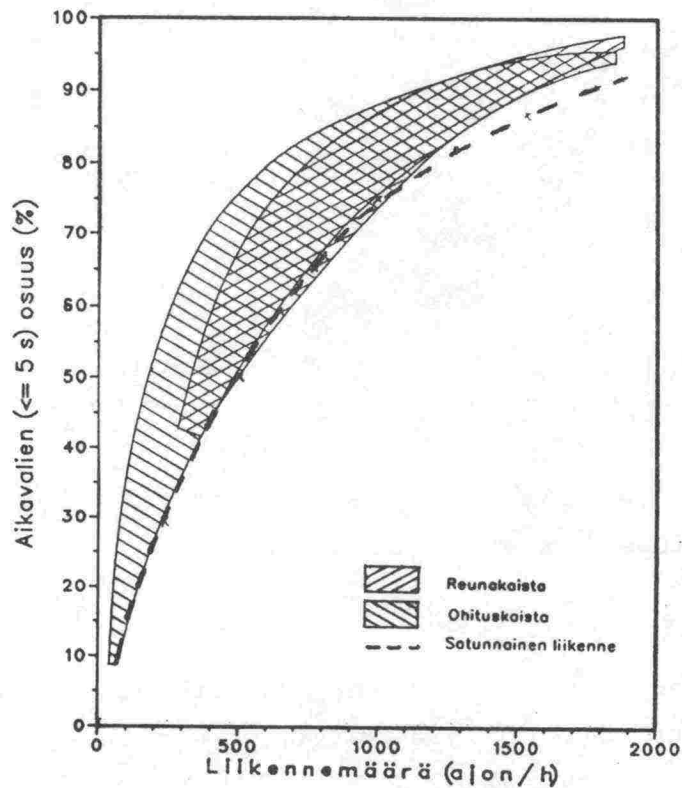
Aikavälijakauman huippuarvon suuruus kasvoi liikennemäärän kasvaessa ja ohituskaistalla huippuarvo oli suurempi kuin reunakaistalla samalla kaistakohtaisella liikennemäärällä. Nopeusrajoituksen ollessa 60 tai 70 km/h ei havaittu rajoituksen vaikutusta huippuarvon suuruuteen. Nopeusrajoitusalueella 80 km/h huippu oli selvästi matalampi kuin sitä alhaisemmillä rajoitusalueilla. Liitteessä 9 on esitetty pistekohtaiset aikavälijakauman keskihajonnan, suhteellisen keskihajonnan ja aikavälijakauman huippuarvon regressiokertoimet ja regressiota vastaavat kuvaajat. Aikavälijakauman huippuarvon vaihtelualue kaikista aikajaksoista on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Aikavälijakauman huippuarvon vaihtelualue liikennemäärän funktiona.

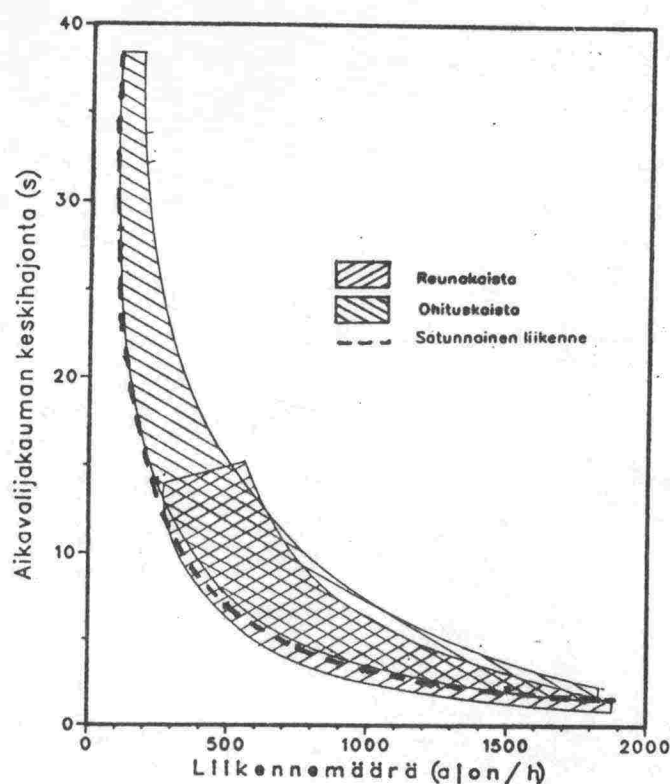
Viiden sekunnin ja sitä pienempien aikavälien osuus kasvoi liikennemäärän mukaan. Liikennemäärällä 500 ajon/h niiden osuus oli 48 - 75 % ja 1 000 ajon/h 75 - 88 %. Liitteessä 10 on esitetty mittauspistekohtaiset viiden

kunnin ja sitä pienempien aikavälien regressiokertoimet ja regression mukaiset kuvaajat. Kuvassa 16 on esitetty viiden sekunnin ja sitä pienempien aikavälien osuuden vaihtelualue kaikista aikajaksoista.



Kuva 16. Viiden sekunnin ja sitä pienempien aikavälien osuuden vaihtelualue liikennemäärän funktiona.

Kun tarkasteltiin kaistakohtaista aikavälijakauman keskihajontaa suhteessa satunnaiseen liikenteeseen havaittiin, että ohituskaistalla keskihajonta oli satunnaisen liikenteen keskihajontaa suurempi. Reunakaistalla keskihajonta oli lähes satunnaisen liikenteen kaltainen Kehä III Tuupakan ja Vihdintien Konalan mittauspisteitä lukuunottamatta. Kuvassa 17 on esitetty aikavälijakauman keskihajonnan pisteistön vaihtelualue kaikista aikajaksoista.



Kuva 17. Aikavälijakauman keskihajonnan vaihtelualue liikennemäärän funktiona.

Aikavälijakaumien suhteellinen keskihajonta poikkesi eniten satunnaisesta liikenteestä 60 ja 70 km/h nopeusrajoitusalueilla. Suhteellinen keskihajonta kasvoi liikennemäärän kasvaessa ja se oli nopeusrajoitusalueilla 60 ja 70 km/h sekä reuna- että ohituskaistalla satunnaisesta liikennettä suurempi. Sen sijaan 80 km/h rajoitusalueella reunakaistalla suhteellinen keskihajonta oli pienempi kuin satunnaisen liikenteen ja se pieneni liikennemäärän kasvaessa. Ohituskaistalla keskihajonta oli suurempi kuin satunnaisen liikenteen, mutta lähes poikkeuksetta se pieneni liikennemäärän kasvaessa.

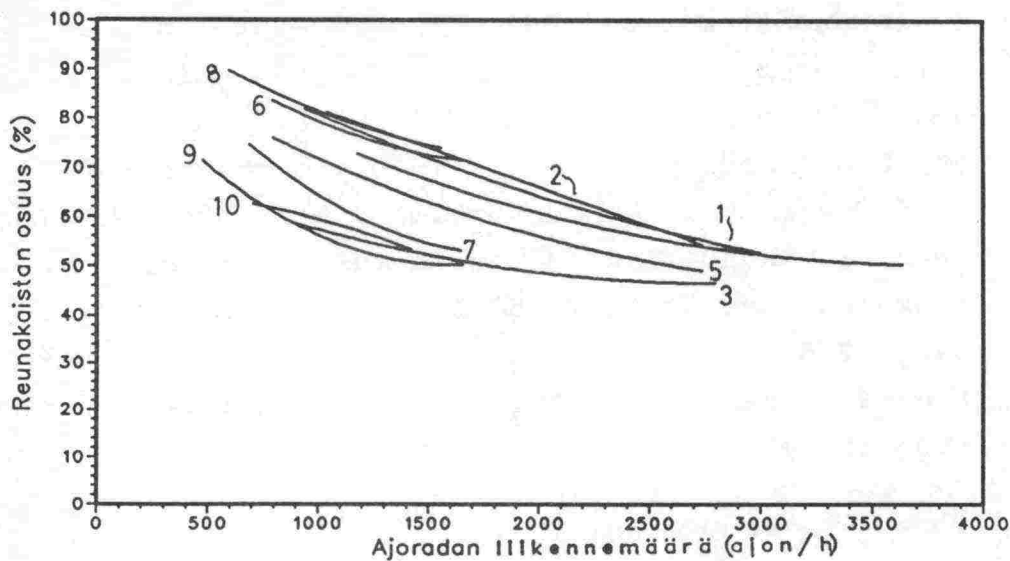
4.3 Kaistajakauma

Suhteellisen kaistajakauman pisteistöön sovitettiin regressioanalyysillä toisen asteen yhtälö. Tämän jälkeen laskettiin suhteellisesta kaistajakaumasta reunakaistan absoluuttinen liikennemäärä, jolloin saatiin absoluuttinen kaistajakauma.

Mittausaineistossa suhteellinen kaistajakauma saavutti 50 % lukuunottamatta Kehä III:n Seutulan ja Variston mittauspisteitä, joissa suhteellinen kaistajakauma laski vain 70 %:iin vähäisen liikenteen takia. Kaistojen yhtäsuuri käyttö saavutettiin eri mittauspisteissä 1 400 - 3 500 ajon/h liikennemäärällä. Aineisto jakaantui kahteen luokkaan liikennemäärän mukaan siten, että toisessa luokassa saavutettiin 50 % 1 400 - 1 800 ajon/h ja toisessa 2 600 - 3 500 ajon/h liikennemäärällä. Ohituskaistan liikennemäärä ylitti reunakaistan liikennemäärän Kehä I:n Leppävaaran ja Pohjois-Tapiolan sekä Turuntien Leppävaaran mittauspisteessä.

Vihdintien Konalan ja Kehä I:n Leppävaaran mittauspisteiden kaistajakaumat poikkesivat muiden mittauspisteiden kaistajakaumista pienillä liikennemäärillä. Edellämäinistuissa pisteissä reunakaistan osuus oli pienilläkin tuntivirroilla vain noin 60 %. Syynä tähän on Leppävaaran mittauspisteessä lyhyet liittymävälit ja suuri vasemmalle kääntyvien osuus hiljaisena aikana. Konalan pisteessä ei poikkeavaan kaistajakumaan ole selvästi osoitettavaa syytä, mutta liikenteen ohjaaminen liikennevaloin ja porttaalein voi vaikuttaa tulokseen. Liitteessä 10 on esitetty pistekohtaiset kaistajakaumien regressiokertoimet ja niiden kuvaajat. Kuvassa 18 on esitetty kaikkien pisteiden suhteellinen kaistajakauma.

Reunakaistan liikennemäärä kasvoi lähes lineaarisesti ajoradan liikennemäärän kasvaessa. Selvä kasvun hidastuminen havaittiin kuitenkin Hämeenlinnanväylän ja Kehä I:n Pohjois-Tapiolan mittauspisteissä. Nämä pisteet ovat selvästi sen tyyppisiä, ettei liikennevirtaan aiheudu häiriöitä liittymistä eikä liikennevaloista, jolloin molemmat kaistat välittävät liikennettä häiriöttä ja kaista voidaan valita vapaasti. Ohituskaista valitaan koska sen nopeustaso on suurempi kuin reunakaistan nopeustaso.



Kuva 18. Kaikkien pisteiden suhteelliset kaistajakaumat.
Numerointi viittaa taulukkoon 1.

4.4 Nopeudet

4.41 Nopeusjakaumat

Nopeusjakaumista piirrettiin kertymäkäyrät kaistoittain samoilla aikajaksoilla kuin aikavälijakaumatkin. Nopeuksien kertymäkäyrät voitiin piirtää myös koko ajoradalle. Aikajaksot valittiin siten, että käyrät piirrettiin vilkkaissa pisteissä 1 000, 2 000 ja 3 000 ajon/h ja hiljaisissa pisteissä 1 000, 1 500 ja 2 000 ajon/h liikennemääräluokkia käyttäen. Pistekohtaiset kertymäkäyrät on esitetty liitteessä 11 ja ne ovat esimerkkikäyriä havaintoaineistosta.

Nopeusjakaumien kertymäkäyrät olivat selvästi S-käyrän tyyppisiä. Jyrkästi kasvava osa nousi tasaisesti kunnes saavutettiin noin 90 %. Tämän jälkeen kasvu oli hidasta. Jyrkän kaltevuuden vaihtelualue oli 15 - 20 km/h, ja se alkoi reunakaistalla noin 13 km/h pienemmällä nopeudella kuin nopeusrajoitus, ohituskaistalla noin nopeusrajoituksen kohdalla ja koko ajoradalla noin 10 km/h pienemmällä

nopeudella kuin nopeusrajoitus. Nopeusrajoituksella ei havaittu olevan merkitystä tasaisen kasvun vaihtelualueeseen, vaan erot olivat mittauspistekohtaisia.

Eri liikennemääräluokilla piirretyillä kertymäkäyrillä ei ollut suuria eroja. Kuitenkin liikennemäärän kasvu näytti siirtävän käyrää hieman vasemmalle. Selvästi poikkeavia käyriä olivat Vihdintien Konalan ja Kehä III Tuupakan mittauspisteissä epävakaan liikennevirran kertymäkäyrät. Tuupakan liikennevirran epävakaas aiheutunee aiemmin mainitusta kolarista, vaikka selvästi kolariin liittyneet aikajaksot olikin poistettu ennen käsittelyä. Epävakaan liikennevirran kertymäkäyrä oli selvästi loivemmin kasvava kuin vakaan liikennevirran kertymäkäyrä.

Esimerkkikäyrien mukaan nopeusrajoituksen ylittäjien osuus yleensä väheni liikennemäärän kasvaessa. Reunakaistalla rajoituksen ylittäjiä oli 2 - 88 %, ohituskaistalla 30 - 98 % ja koko ajoradalla 10 - 90 %. Eri nopeusrajoitusalueilla reunakaistalla ja koko ajoradalla nopeusrajoituksen ylittäjien osuus väheni, mutta ohituskaistalla selvää vähenemistä ei havaittu. Taulukossa 3 on esitetty nopeusrajoituksen ylittäjien osuudet eri nopeusrajoitusalueilla.

Taulukko 3. Nopeusrajoituksen ylittäjien osuus eri nopeusrajoitusalueilla esimerkkikäyrien mukaan.

Kaista	Nopeusrajoitus		
	60 km/h	70 km/h	80 km/h
Reuna	15 - 88	2 - 70	8 - 50
Ohitus	65 - 95	45 - 95	30 - 98
Yhteensä	10 - 90	10 - 80	20 - 65

4.42 Nopeuksien hajonta

Nopeuksien hajonta kuvaa havaintojen keskimääräistä poikkeamaa keskiarvosta. Nopeuden hajonnan ja liikennemäärän korrelaatio oli huono, sillä pisteistö vaihteli paljon.

Lähes kaikissa mittauspisteissä nopeuden hajonta pieneni liikennemäärän kasvaessa. Selvästi päinvastainen tulos saatiin Kehä I:n Länsi-Pakilan mittauspisteessä. Ohituskaistalla hajonta oli reunakaistan hajontaa suurempi Vihdintien Konalan mittauspistettä lukuunottamatta. Nopeuden hajonnan pistekohtaiset kuvaajat on esitetty liitteessä 6.

Nopeuksien hajonta oli 5 - 10 km/h, eikä nopeusrajoituksella ollut vaikutusta hajonnan suuruuteen. Reunakaistan ja ohituskaistan hajonnan ero samalla kaistakohtaisella liikennemäärällä oli 0 - 1,5 km/h. Taulukossa 4 on esitetty nopeuden hajonnan regressiokertoimien vaihtelualueet eri nopeusrajoitusalueilla.

Taulukko 4. Nopeuden hajonnan regressiokertoimien vaihtelualueet eri nopeusrajoitusalueilla.

		Kaista	Nopeusrajoitus 60 km/h	70 km/h	80 km/h
Vakio	Reuna		7,507 - 9,822	6,223 - 11,190	6,116 - 8,381
	Ohitus		8,484 - 10,608	8,526 - 10,321	6,991 - 13,792
	Yhteensä		8,219 - 10,292	8,789 - 10,959	8,578 - 10,148
Kerroin (liikenne- määrän vaikutus)	Reuna		-0,0027 - -0,0021	-0,0026 - +0,0028	-0,0005 - +0,0014
	Ohitus		-0,0029 - -0,0026	-0,0026 - -0,0001	-0,0147 - +0,0010
	Yhteensä		-0,0012 - -0,0011	-0,0010 - +0,0009	-0,0006 - +0,0007

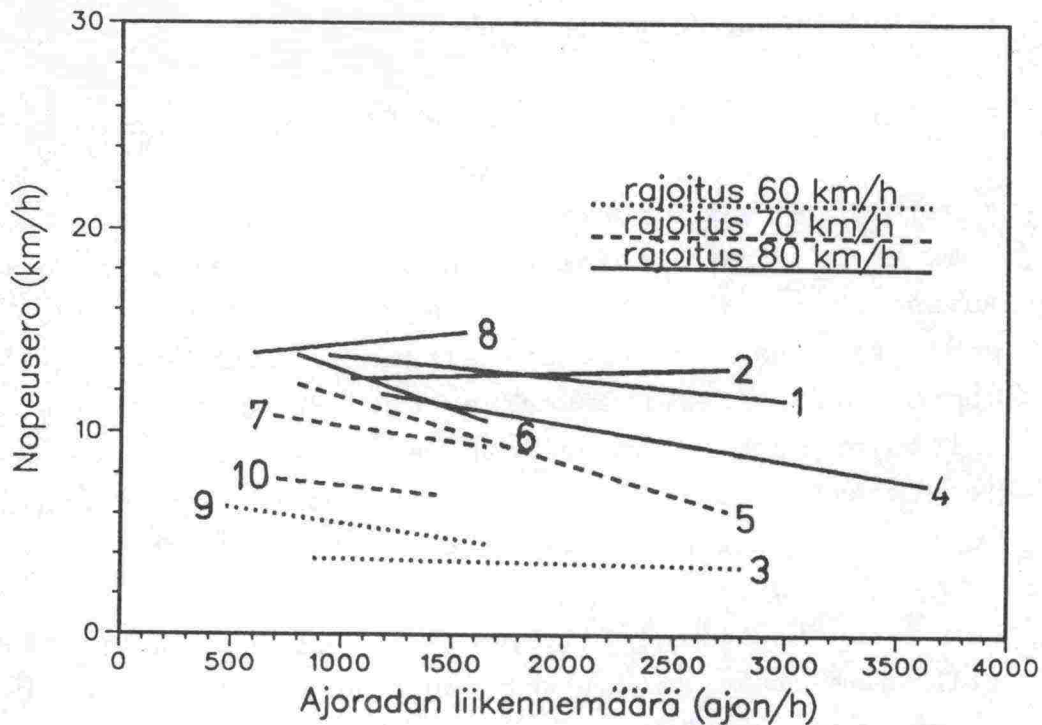
4.43 Kaistojen keskinopeuserot

Kun tarkasteltiin kaistojen keskinopeuksien eroja samassa aikajaksossa, jolloin kaistakohtaiset liikennemäärät eivät olleet yhtä suuria havaittiin, että nopeusero oli 3 - 15 km/h. Ero pieneni ajoradan liikennemäärän kasvaessa muissa kuin Kehä III:n Variston ja Hämeenlinnanväylän pohjoissuunnan mittauspisteissä. Näissä pisteissä ero kasvoi liikennemäärän kasvaessa. Kuvassa 19 on esitetty kaistojen nopeuserot eri nopeusrajoitusalueilla. Kaistojen keskinopeuseron ja liikennemäärän riippuvaisuuden regressiokertoimet on esitetty liitteessä 12.

Kun tarkasteltiin tilannetta, jossa kaistakohtaiset liikennemäärät olivat yhtä suuria havaittiin, että ohituskaistan nopeustaso oli edelleen suurempi kuin reunakaistan. Eroa oli 2- 13 km/h.

Ohituskaistan nopeustaso säilyi reunakaistan nopeustasoa korkeampana vaikka kaistakohtainen liikennemäärä olikin yhtä suuri. Syynä tähän on se, että ohituskaistaa käytetään ohittamiseen, kun liikennemäärä ohituskaistalla on pieni. Ohituskaistan liikennemäärän kasvaessa ohituskaista valitaan ajoradan tasaisemman kuormittamisen takia, jolloin ero reunakaistan nopeuteen nähden pienee. Ohituskaistalla ei myöskään ole yleensä hitaasti kulkevia ajoneuvoja hidastamassa kaistan liikennettä.

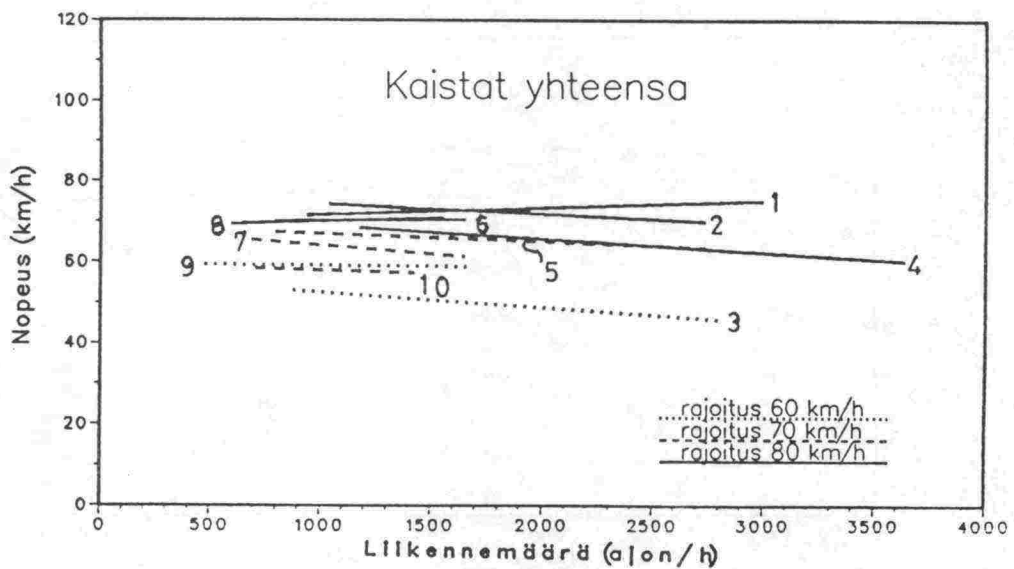
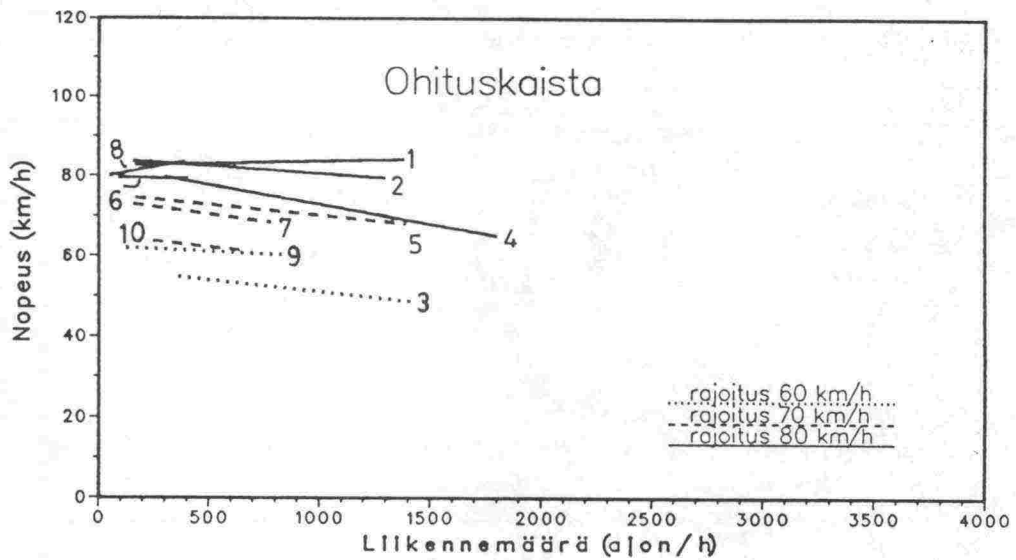
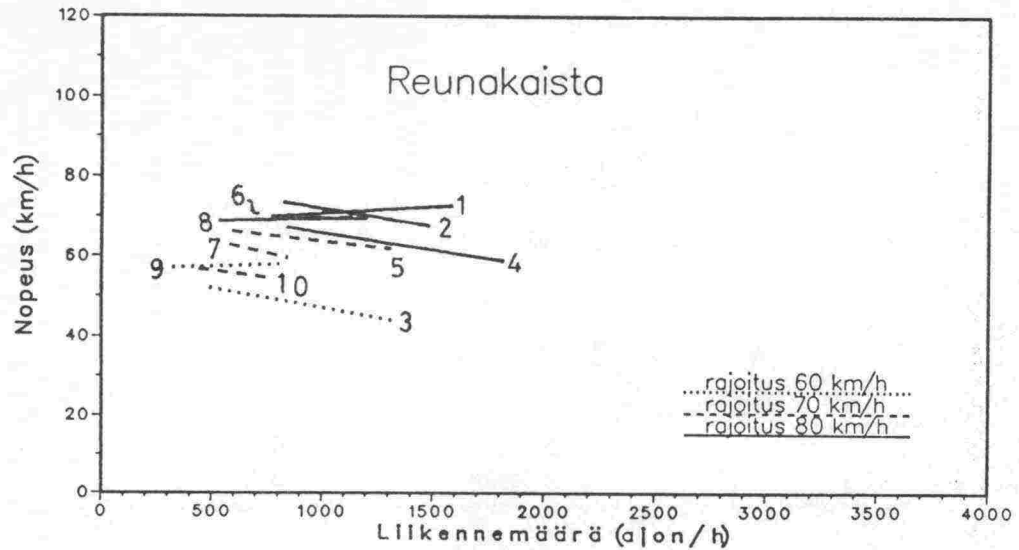
Tien nopeusrajoitus vaikutti myös kaistojen nopeuseroon. Kun nopeusrajoitus kasvoi, niin nopeuserokin kasvoi. Syynä tähän on ilmeisesti se, että kun vasemmalle kääntyvät ajoneuvot eivät häiritse liikennevirtaa, niin tielle voidaan asettaa korkea nopeusrajoitus. Tällöin häiriöt kohdistuvat lähes yksinomaan reunakaistan liikenteeseen, jolloin sen nopeustaso laskee nopeammin kuin ohituskaistan. Nopeusrajoitusalueella 80 km/h kaistojen keskinopeusero oli 8 - 15 km/h, 70 km/h alueella 5 - 12 km/h ja 60 km/h alueella 3 - 7 km/h.



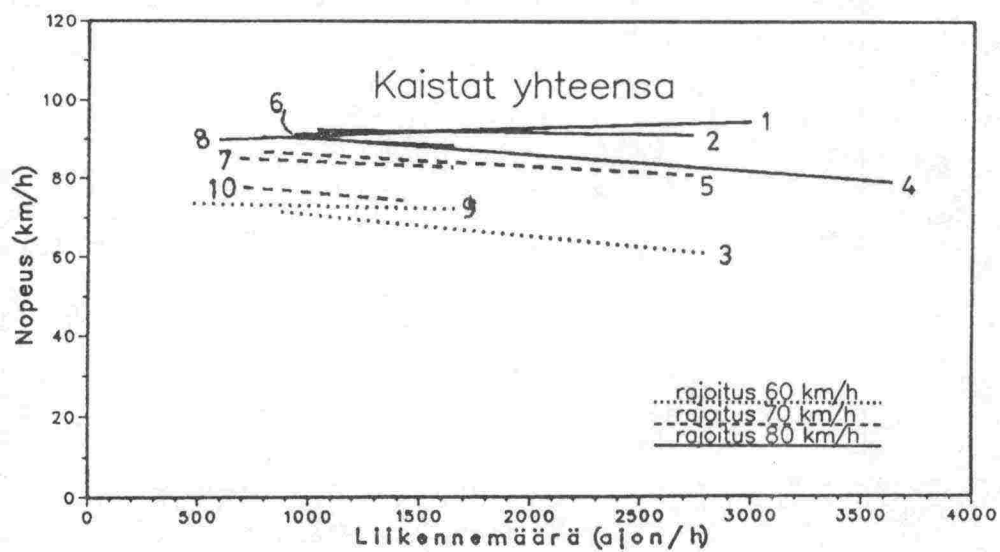
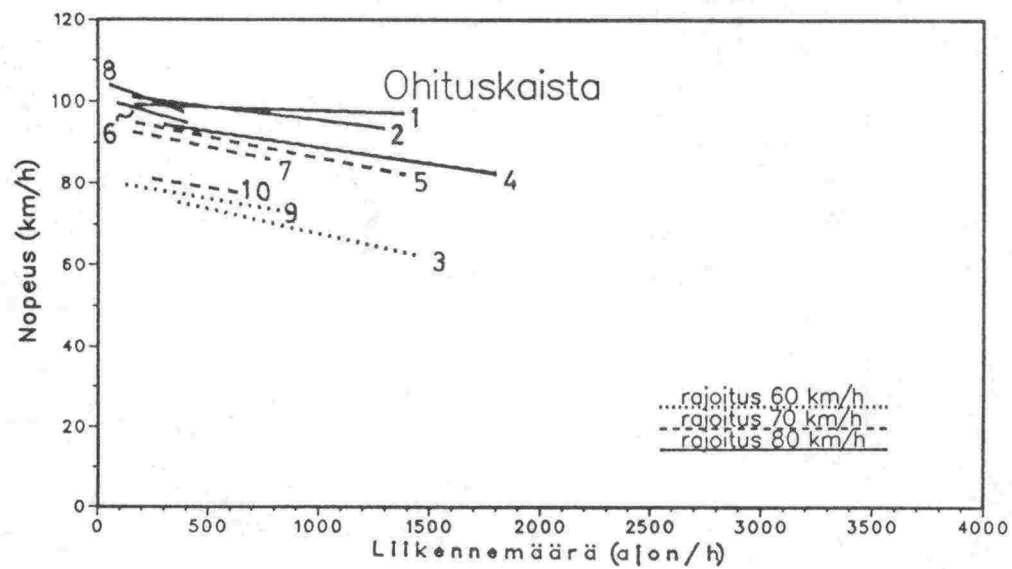
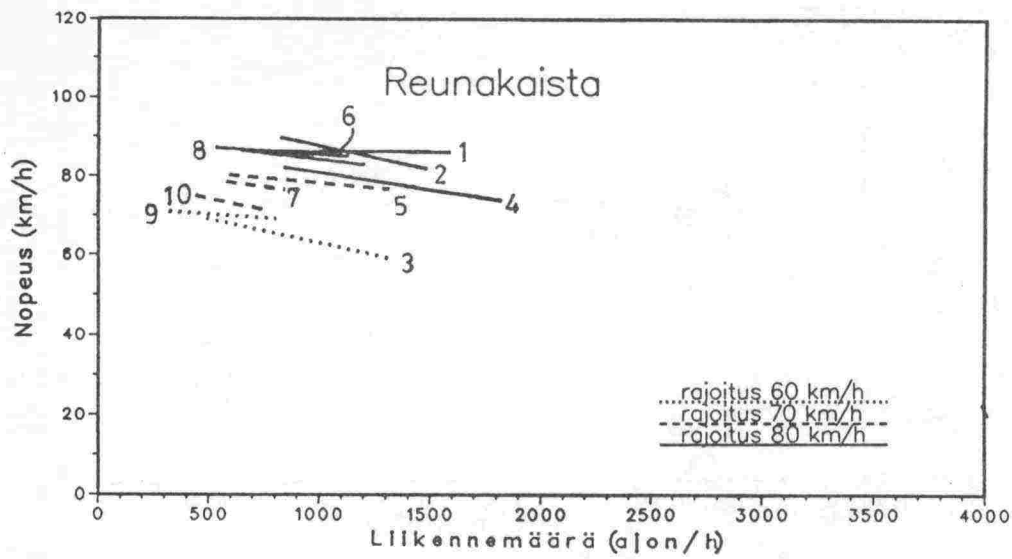
Kuva 19. Kaistojen keskinopeuserot eri nopeusrajoitusalueilla. Numerointi viittaa taulukkoon 1.

4.44 15 ja 85 % nopeudet

85 % nopeus oli 3 - 10 km/h suurempi kuin keskinopeus ja se lähestyi keskinopeutta hyvin hitaasti liikennemäärän kasvaessa. 15 % nopeus oli lähes symmetrinen keskinopeuteen nähden 85 % nopeuden kanssa. Erona oli kuitenkin, että 85 % nopeus lähestyi nopeammin keskinopeutta kuin 15 % nopeus. Liitteessä 13 on esitetty eri prosenttinopeuksien ja aikajakauman keskinopeuden regressiokertoimet ja niitä vastaavat kuvaajat pistekohtaisesti. Kuvassa 20 on esitetty 15 % nopeuden regressiosuorien ja kuvassa 21 85:% nopeuden regressiosuorien kuvaajat eri nopeusrajoitusalueilla.



Kuva 20. 15 % nopeuden regressiosuorat eri nopeusrajoitusalueilla. Numerointi viittaa taulukkoon 1.



Kuva 21. 85 % nopeuden regressiosuorat eri nopeusrajoitusalueilla. Numerointi viittaa taulukkoon 1.

4.45 Eri ajoneuvotyyppien keskinopeudet

Mittausaineistosta käsiteltiin erikseen 0 - 6 m, 6 - 14 m ja 14 - 26 m ajoneuvot. Käsittelyssä laskettiin kunkin ajoneuvoryhmän keskinopeudet. Liitteessä 14 on esitetty eri ajoneuvoryhmien keskinopeuksien regressiokertoimet ja niiden kuvaajat pistekohtaisesti.

Liikenne koostui pääasiassa alle 6 metrisistä ajoneuvoista (henkilöautot), jolloin muille ryhmille ei aina saatu riittävästi havaintoja aikajakauman keskinopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuuden määrittämiseksi. 14 - 26 m ryhmän (ajoneuvoyhdistelmät) havaintoja ei saatu riittävästi riippuvaisuuden määrittämiseksi ohituskaistalle kuin kahdessa mittauspisteessä. Kahden pisimmän ajoneuvoluokan käsittelystä jätettiin pois aikajaksot joissa oli vain yksi havainto.

Henkilöautojen nopeustaso oli lähes aina 1 - 5 km/h suurempi kuin muiden ajoneuvoryhmien. Vihdintien Konalan pisteessä henkilöautojen ja 6 - 14 m ajoneuvojen nopeuden ja liikennemäärän erilaiseen riippuvaisuuteen on ilmeisesti syynä havaintojen vähyydestä aiheutuva virhe. 6 - 14 m ja 14 - 26 metristen ajoneuvoryhmien keskinopeudet olivat yleensä lähes samoja.

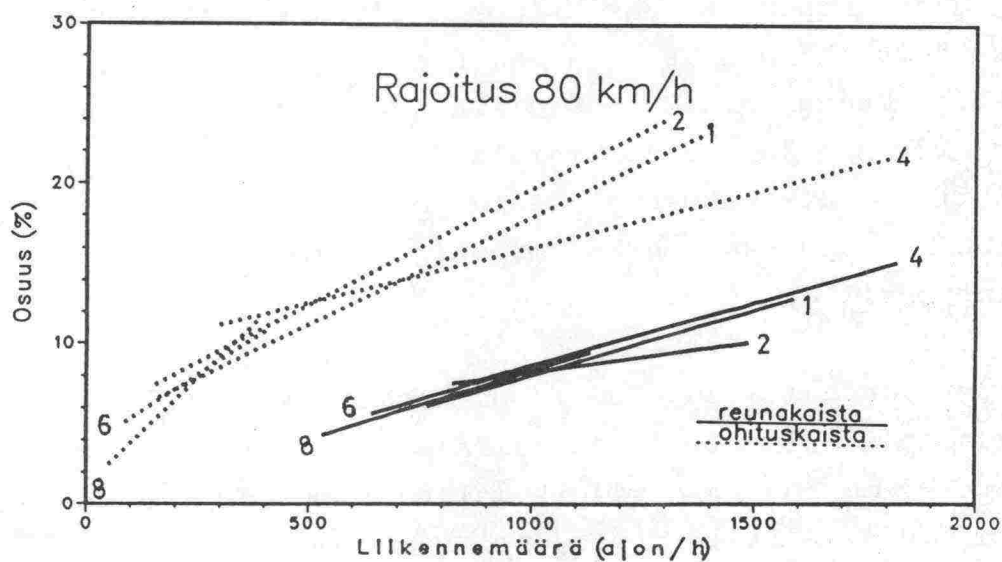
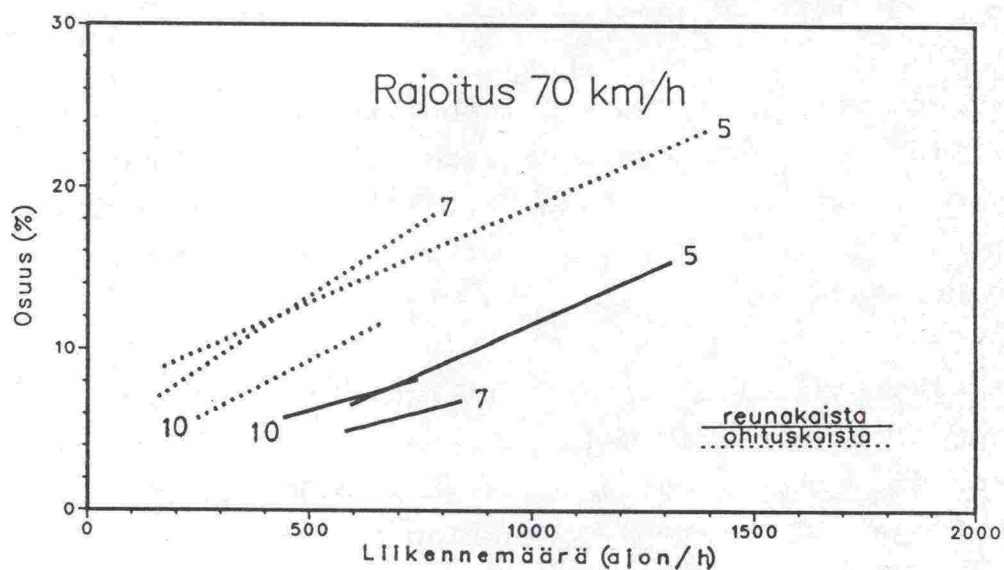
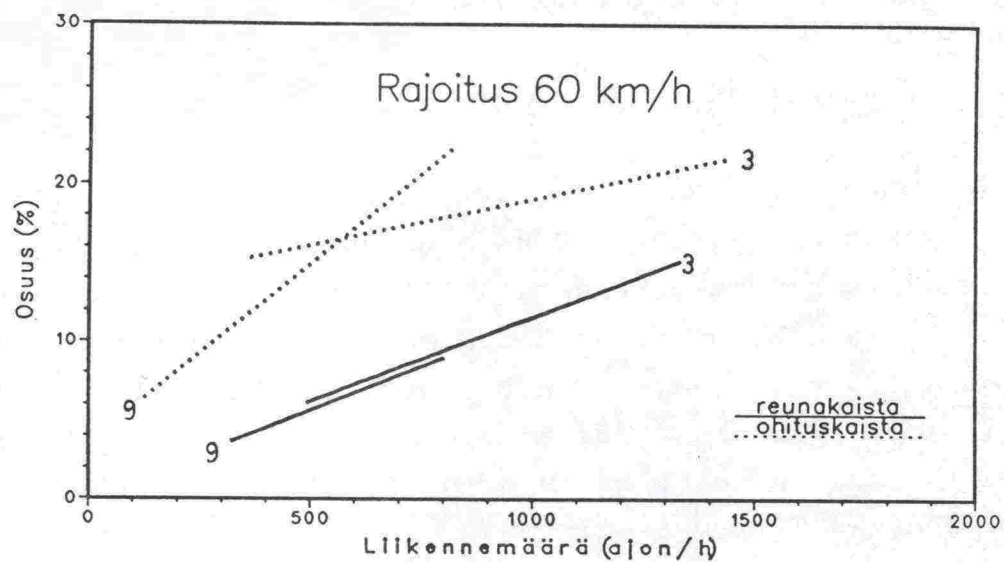
4.5 Vaaralliset aikavälit

Mittausaineistosta laskettiin vaaralliset aikavälit kaistoille erikseen. Aineisto käsiteltiin kiinteissä 15 minuutin aikajaksoissa. Reaktioaikana käytettiin 0,8 sekuntia ja kitkakertoimena kaikissa mittauspisteissä 0,7:ää, jolloin jarrutusmatka 80 km/h nopeudesta on 36 ja 60 km/h nopeudesta 20 metriä.

Vaarallisten aikavälien osuus kaikista aikaväleistä kasvoi liikennemäärän kasvaessa. Reuna- ja ohituskaistojen vaarallisten aikavälien osuuksissa oli selvä ero. Ohituskaistalla osuus kasvoi nopeammin kuin reunakaistalla.

Reunakaistalla vaarallisten aikavälien osuus kasvoi 3,9 - 12,3 % ja ohituskaistalla 5,9 - 27 % tuhatta ajoneuvoa kohti. Pistekohtaiset vaarallisten aikavälien regressio-kertoimet on esitetty liitteessä 15.

Reunakaistalla vaarallisten aikavälien osuus oli 5 - 6 % ja ohituskaistalla 9 - 16 % 500 ajon/h liikennemäärällä. Liikennemäärällä 1 000 ajon/h oli reunakaistalla vaarallisia aikavälejä 8 - 11 % ja ohituskaistalla 16 - 19 %. Reunakaistalla pistekohtaiset erot olivat enintään 4 %-yksikköä, kun ohituskaistalla eroa oli 7 %-yksikköä. Kuvassa 22 on esitetty vaarallisten aikavälien osuudet eri nopeusrajoitusalueilla.



Kuva 22. Vaarallisten aikavälien osuudet eri nopeusrajoitusalueilla. Numerointi viittaa taulukkoon 1.

5. TULOSTEN TARKASTELU JA VERTAILU MUIHIN TIETYYYPPEIHIN

5.1 Peruskuvaajat

Tutkimuksessa tehdyissä mittauksissa saatiin 15 minuutin aikajaksoja käyttäen 60 km/h nopeusrajoitusalueilla suurimmaksi kaistakohtaiseksi liikennemäärän tuntiarvoksi 1 481 ja koko ajoradan 2 825 ajon/h. Nopeusrajoitusalueella 70 km/h saatiin vastaavasti kaistalle 1 416 ajon/h ja koko ajoralle 2 764 ajon/h sekä 80 km/h rajoitusalueella kaistalle 1 859 ajon/h ja koko ajoradalle 3 661 ajon/h. Mittausaineistossa ei ollut havaintoja liikennevirrasta, jonka perusteella olisi voitu määrittää tien välityskyky ja sitä vastaava nopeus.

Liikennemäärän vaikutus liikennevirran keskinopeuteen oli vähäistä. Keskinopeuden laskuksi mitattiin 0,6 - 11,7 km/h tuhatta ajoneuvoa kohti. Eri nopeusrajoitusalueilla reuna- ja ohituskaistalla ei ollut merkittävää eroa nopeuden laskussa.

Kaksikaistaisilla teillä liikennevirran keskinopeus laskee sitä jyrkemmin mitä suurempi on tien nopeusrajoitus. Nopeusrajoitusalueella 100 km/h laskuksi on mitattu 6,0 - 10,3 ja 80 km/h rajoitusalueella 3,3 - 6,5 km/h. Länsiväylällä Karhusaarella 80 km/h nopeusrajoitusalueella keskinopeuden laskuksi on mitattu reunakaistalla 6,9 ja ohituskaistalla 5,4 km/h tuhatta ajoneuvoa kohti. TRB:n mukaan monikaistaisilla teillä keskinopeuden lasku on 13 km/h ja moottoriteillä 8,6 km/h tuhatta ajoneuvoa kohti. Tutkimuksessa saatu nopeuden laskun vaihtelualue ei poikkea merkittävästi nopeuden laskusta muilla tietyyypeillä.

Tutkimuksen mukaan tien vapaa keskinopeus oli 4 - 16 km/h suurempi kuin tien nopeusrajoitus. Kaksikaistaisilla teillä on 100 km/h rajoitusalueella mitattu vapaa keskinopeus 5 - 11 km/h pienempi kuin nopeusrajoitus ja 80 km/h rajoitusalueella vapaa keskinopeus on vaihdellut 7 km/h pienemmästä 6 km/h suurempaan kuin nopeusrajoitus.

Länsiväylällä on mitattu pimeissä sateettomissa tieolosuhteissa Karhusaareissa 80 km/h nopeusrajoitusalueella liikenteen vapaaksi keskinopeudeksi 6 - 15,6 km/h nopeusrajoitusta suurempi arvo. Kaksikaistaisilla teillä vapaa keskinopeus on selvästi alhaisempi kuin kaksiajorataisilla teillä vastaavilla nopeusrajoitusalueilla. Länsiväylän tulokset vastaavat sensijaan hyvin tässä saatuja tuloksia.

5.2 Aikavälit

Tutkimuksessa aikavälijakaumien huippu oli reunakaistalla 1,0 ja 2,0 sekunnin ja ohituskaistalla 0,5 ja 1,5 sekunnin välillä. Huippuarvo kasvoi liikennemäärän kasvaessa ja ohituskaistalla huippuarvo oli suurempi kuin reunakaistalla. Suurin huipun korkeus oli ohituskaistalla Kehä I:n Leppävaaran mittauspisteessä, jossa 38 % aikaväleistä oli 1,0 - 1,5 sekunnin välillä liikennemäärän ollessa 1 500 ajon/h. Nopeusrajoituksen vaikutusta ei havaittu 60 ja 70 km/h rajoitusalueilla. Sen sijaan 80 km/h alueella huippuarvo oli selvästi alhaisempi kuin 60 ja 70 km/h rajoitusalueilla, vaikka liikennemäärä oli 80 km/h rajoitusalueella suurempi kuin muilla nopeusrajoitusalueilla.

Länsiväylällä aikavälien huippuarvo vaihtelee reunakaistalla 1,0 ja 2,0 sekunnin ja ohituskaistalla 0,5 ja 1,5 sekunnin välillä. Kaksikaistaisilla teillä aikavälijakauman huippuarvo on 1,0 ja 2,0 sekunnin välillä. Myös Länsiväylällä ja kaksikaistaisilla teillä huipun korkeus kasvaa liikennemäärän kasvaessa.

Aikavälijakauman keskihajonta oli tutkimuksessa ohituskaistalla yhtä suuri tai suurempi kuin satunnaisen liikenteen aikavälien keskihajonta. Reunakaistalla keskihajonta oli satunnaisen liikenteen mukainen. Kun tarkasteltiin aikavälijakaumien keskihajontojen vaihtelualueita havaittiin, että reunakaistalla pisteistö painottui sa-

tunnaista liikennettä suuremmaksi pienillä liikennemäärillä, mutta liikennemäärän ollessa yli 1 800 ajon/h keskihajonta laski satunnaista liikennettä pienemmäksi.

Aikavälijakauman suhteellinen keskihajonta oli 60 ja 70 km/h rajoitusalueilla sekä reuna- että ohituskaistalla suurempi kuin satunnaisten liikenteen keskihajonta ja ero kasvoi liikennemäärän kasvaessa. 80 km/h rajoitusalueella suhteellinen keskihajonta oli reunakaistalla pienempi kuin satunnaisessa liikenteessä ja hajonta pieneni liikennemäärän kasvaessa. Ohituskaistalla suhteellinen keskihajonta oli suurempi kuin satunnaisten liikenteen keskihajonta, mutta pieneni lähes poikkeuksetta liikennemäärän kasvaessa.

Tutkimuksessa saadut aikavälijakaumat nopeusrajoitusalueilla 60 ja 70 km/h vastasivat kaksikaistaisten teiden aikavälien jakaumia. Sen sijaan nopeusrajoitusalueella 80 km/h saadut aikavälijakaumat olivat Länsiväylällä saatujen jakaumien kaltaisia. Erona nopeusrajoitusalueilla 60 ja 70 km/h sekä rajoitusalueella 80 km/h oli, että suhteellinen keskihajonta oli reunakaistalla 80 km/h rajoitusalueilla pienempi ja 60 sekä 70 km/h alueilla suurempi kuin satunnaisten liikenteen suhteellinen keskihajonta.

Vaarallisten aikavälien osuus kaikista aikaväleistä kasvoi liikennemäärän kasvaessa ja ohituskaistalla niiden osuus oli suurempi kuin reunakaistalla. Nopeusrajoituksella ei ollut merkitystä vaarallisten aikavälien osuuteen. Reunakaistalla vaarallisten aikavälien osuus kasvoi 3,9 - 12,3 %-yksikköä ja ohituskaistalla 5,9 - 27,0 %-yksikköä tuhatta ajoneuvoa kohti.

Liikennemäärän ollessa 500 ajon/h vaarallisten aikavälien osuus oli reunakaistalla 5 - 6 % ja ohituskaistalla 9 - 16 %. 1 000 ajon/h liikennemäärällä vastaavat luvut olivat reunakaistalla 8 - 11 % ja ohituskaistalla 16 - 19 %.

Kaksikaistaisilla teillä ei ole saatu riippuvaisuutta vaarallisten aikavälien osuudelle ja liikennemäärälle. Länsiväylällä riippuvaisuus on havaittavissa ja tässä saadut tulokset vastasivat hyvin Länsiväylän tuloksia.

5.3 Nopeudet

Nopeuksien jakaumat olivat kaikissa mittauspisteissä hyvin samantapaisia. Ainoat poikkeavat jakaumat saatiin epävakaasta liikennevirrasta.

Nopeusrajoituksen ylittäjien osuus jakaumakäyristä katsoen väheni reunakaistalla ja koko ajoradalla nopeusrajoituksen noustessa. Ohituskaistalla ei havaittu selvää ylittäjien osuuden vähenemistä. Nopeusrajoitusalueella 80 km/h ylittäjien osuus oli reunakaistalla 8 - 50 %, ohituskaistalla 80 - 98 % ja koko ajoradalla 20 - 65 %. Länsiväylällä nopeusrajoitusalueella 80 km/h rajoituksen ylittäjien osuudet vastasivat tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia.

Nopeuden hajonta pieneni tässä tutkimuksessa liikennemäärän kasvaessa. Hajonta oli 5 - 10 km/h ja ohituskaistalla se oli 0 - 1,5 km/h suurempi kuin reunakaistalla. Nopeusrajoituksella ei ollut vaikutusta hajonnan suuruuteen. Kaksikaistaisilla teillä on nopeuden hajonaksi saatu 3,9 - 11,7 km/h ja Länsiväylällä 6 - 16 km/h. Nopeuden hajonnat olivat eri tietyyypeillä samaa suuruusluokkaa, mutta tässä tutkimuksessa ohituskaistan nopeuden hajonta oli suurempi kuin reunakaistan hajonta. Länsiväylältä saadut tulokset olivat päinvastaiset.

Kaistojen keskinopeuserot olivat tutkituilla teillä 80 km/h nopeusrajoitusalueilla 8 - 15 km/h, 70 km/h alueilla 6 - 12 km/h ja 60 km/h alueilla 4 - 6 km/h. Länsiväylällä on 80 km/h rajoitusalueella saatu kaistojen keskinopeuseroksi 5 - 10 km/h, joka vastaa tutkimuksessa saatuja tuloksia.

5.4 Kaistajakauma

Kaistojen tasainen käyttö saavutettiin eri mittauspisteissä 1 400 - 1 800 tai 2 600 - 3 500 ajon/h liikennemäärällä. Ohituskaistan liikennemäärä ylitti reunakaistan liikennemäärän kolmessa mittauspisteessä ja kahdessa pisteessä suhteellinen kaistajakauma laski vain 70 %:iin vähäisen liikenteen takia. Kahdessa mittauspisteessä suhteellinen kaistajakauma oli pienilläkin liikennemäärillä vain 60 %.

Länsiväylällä on kaistojen tasainen käyttö saavutettu 80 km/h nopeusrajoitusalueella koko ajoradan liikennemäärän ollessa 2 800 - 4 000 ajon/h. Länsiväylän tulokset vastaavat tutkimuksessa saatuja tuloksia samalla nopeusrajoitusalueella.

5.5 Yhteenveto vertailusta

Kaksiajorataisilla teillä tutkittiin liikennevirran ominaisuuksia 60, 70 ja 80 km/h nopeusrajoitusalueilla. Saatuja tuloksia verrattiin kaksikaistaisten teiden ja Länsiväylän mittaustuloksiin.

Tutkituilla teillä liikennevirran tunnusluvut olivat 60 ja 70 km/h rajoitusalueilla kaksikaistaisten teiden mukaisia käytettyä nopeustasoa lukuunottamatta. Keskinopeus oli huomattavasti suurempi tutkituilla kuin kaksikaistaisilla teillä. Nopeusrajoitusalueella 80 km/h ajokäyttäytyminen oli hyvin samantapainen kuin Länsiväylällä. Saatuun tulokseen vaikuttaa se, että kaksiajorataiset tiet, joilla on 80 km/h nopeusrajoitus, ovat liikenneteknisten ratkaisujen osalta moottoriteiden tyyppisiä. Teille on rakennettu kiihdytyskaistat ja liittymät ovat eritasoliittymiä eikä 80 km/h rajoitusalueilla ole liikennevaloja.

6. YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kaksiajorataisten teiden liikennevirran perusominaisuuksia. Tarkastelut perustuvat Helsingin seudulla tehtyihin mittauksiin.

Mittauksia tehtiin liikenneanalysointorilla kymmenessä poikkileikkauksessa kolmella eri nopeusrajoitusalueella. Mittausta varten liimattiin tien pintaan väliaikaiset induktiivisilmukat liikenneanalysointorin antureiksi. Analysointorilla tallennettiin ajoneuvojen määrä, nopeudet, aikavälit ja pituudet myöhempää käsittelyä varten. Mittausaineistoa kertyi yhteensä noin 55 tuntia, josta kaksi kolmasosaa oli ruuhka-ajan liikennettä. Mittausaineisto, joka oli kerätty arkipäivinä kuivissa kesäolosuhteissa, käsiteltiin 15 minuutin aikajaksoissa.

Aineistossa ei ollut havaintoja epävakaa liikennevirrasta. Tämän takia ei voitu määrittää tien välityskykyä eikä sitä vastaavaa nopeutta. Liikennevirran peruskvaajina käytettiin lineaarista aproksimaatiota.

Liikenteen vapaa keskinopeus oli 4 - 16 km/h suurempi kuin nopeusrajoitus. Keskinopeus laski hitaasti liikennemäärän kasvaessa. Laskuksi saatiin 0,6 - 11,7 km/h tuhatta ajoneuvoa kohti.

Aikavälijakauman huippu oli reunakaistalla 1,0 - 2,0 sekunnin ja ohituskaistalla 0,5 - 1,5 sekunnin välillä. Huipun korkeus kasvoi liikennemäärän kasvaessa ja ohituskaistalla huippu oli korkeampi kuin reunakaistalla. Nopeusrajoitusalueella 80 km/h huippu oli selvästi matalampi kuin muilla rajoitusalueilla, vaikka liikennemäärä olikin suurimmillaan tällä rajoitusalueella. Suurin aikavälijakauman huipun korkeus mitattiin Kehä I:n Leppävaaran mittauspisteessä ohituskaistalla liikennemäärän ollessa 1 500 ajon/h. Tällöin 38 % aikaväleistä oli 1,0 - 1,5 sekunnin välillä.

Aikavälijakauman suhteellinen keskihajonta oli 60 ja 70 km/h nopeusrajoitusalueilla sekä reuna- että ohituskaistalla suurempi kuin satunnaisessa liikenteessä. Sensijaan 80 km/h rajoitusalueella reunakaistan aikavälijakauman suhteellinen keskihajonta oli pienempi kuin satunnaisen liikenteen suhteellinen keskihajonta. Nopeusrajoitusalueilla 60 ja 70 km/h aikavälijakaumat vastasivat kaksikaistaisten teiden aikavälijakaumia, mutta 80 km/h rajoitusalueella jakaumat vastasivat Länsiväylällä havaittuja jakaumia.

Viiden sekunnin ja sitä pienempien aikavälien osuus kasvoi liikennemäärän kasvaessa. Liikennemäärällä 500 ajon/h niiden osuus oli 48 - 75 % ja 1 000 ajon/h 75 - 85 %.

Ajoradan kaistojen yhtäsuuri käyttö saavutettiin 1 400 - 3 500 ajon/h liikennemäärällä. Pisteissä, joiden läheisyydessä oli vasemmalle kääntyvää liikennettä tai liikennevaloja, ohituskaistan osuus kasvoi nopeammin kuin muilla teillä.

Nopeusrajoituksen ylittäjien osuus yleensä väheni tuntivirran kasvaessa ja ohituskaistalla ylittäjien osuus oli suurempi kuin reunakaistalla. Ylittäjien osuus oli reuna-kaistalla 2 - 88 % ja ohituskaistalla 30 - 98 %. Nopeusrajoituksen kasvaessa ylittäjien osuus pieneni reuna-kaistalla ja koko ajoradalla, mutta ohituskaistalla ei selvää vähenemistä havaittu.

Nopeuksien keskihajonta oli 5 - 10 km/h. Keskihajonta pieneni yleensä liikennemäärän kasvaessa. Kaistoilla ei havaittu eroa pisteistön suuren hajonnan takia. Vertailussa olleilla tietyyypeillä ei havaittu merkittäviä eroja nopeusjakaumissa.

Kaistojen keskinopeusero pieneni liikennemäärän kasvaessa ja nopeusrajoituksen pienentyessä. Nopeusrajoituksen vaikutukseen on ilmeisesti syynä se, että alhaisilla no-

nopeusrajoitusalueilla on liikenteen ohjauksesta ja liittymistä aiheutuvia häiriötekijöitä, jotka tasaavat kaistojen nopeuksia. Kaistojen nopeuseroksi mitattiin 3 - 15 km/h. Tämä vastaa Länsiväylällä saatuja tuloksia.

Vaarallisten aikavälien laskennassa käytettiin kitkaker-toimena 0,7:ää ja reaktioaikana 0,8 sekuntia. Vaarallis-ten aikavälien osuus kasvoi liikennemäärän kasvaessa ja ohituskaistalla osuus oli suurempi kuin reunakaistalla. 1 000 ajon/h liikennemäärällä vaarallisten aikavälien osuudeksi mitattiin reunakaistalla 8 - 11 % ja ohitus-kaistalla 16 - 19 %. Reunakaistalla vaarallisten aikavälien osuus kasvoi 3,9 - 12,3 ja ohituskaistalla 5,9 - 27 %-yksikköä tuhatta ajoneuvoa kohti.

Kaksiajorataisten teiden liikennevirran tunnusluvut oli-vat 60 ja 70 km/h nopeusrajoitusalueilla samankaltaisia kuin kaksikaistaisilla teillä. Nopeustaso oli kaksiajo-rataisilla teillä kuitenkin korkeampi kuin kaksikaistai-silla teillä. Nopeusrajoitusalueella 80 km/h kaksiajora-taisten teiden liikenne oli moottoritiemäistä. Syynä erilaiseen käyttäytymiseen eri nopeusrajoitusalueilla on ilmeisesti tien standardi. Teillä, joilla nopeusrajoitus on 80 km/h, ei ole liikennevaloja ja liittymät ovat eritasoliittymiä. Muissa tapauksissa nopeusrajoitus on 60 tai 70 km/h.

LÄHDELUETTELO

Drew, Donald. 1968. Traffic flow theory and control. New York, McGraw-Hill.

Lyly, Sulevi. 1971. Tie- ja katuliikenteen ominaisuudet. Tekniikan käsikirja 6. Jyväskylä, K.J. Gummerus osakeyhtiö.

Pursula, Matti. 1984. Hastighetsbegränsningens och väderlekens inverkan på trafikflödet på en motorväg. Nordiska Vägtekniska Förbundets XIV Kongress 4-6 juni 1984. Stockholm.

Transportation Research Board. 1985. Highway Capacity Manual 1985. Special report 209. Washington D.C..

TVH. 1984. Liikennetoimisto, TKK Liikennelaboratorio. Tutkimus vaihtuvien nopeusrajoitusten käytöstä ja edellytyksistä Jorvaksentiellä, 2. vaihe: Nopeusohjauksen periaatteita ja analyyskejä nopeusrajoituksen ja sään vaikutuksesta liikennevirtaan. Helsinki. TVH 741809.

TVH. 1985. Liikennetoimisto, TKK Liikennelaboratorio. Kaksikaistaisten teiden liikennevirran perusominaisuudet. Helsinki. TVH 741824.

LIITTEET

Liitekuvilla liikennemääränä on käytetty 15 minuutin aikajakson mukaista liikennemäärän tuntiarvoa.

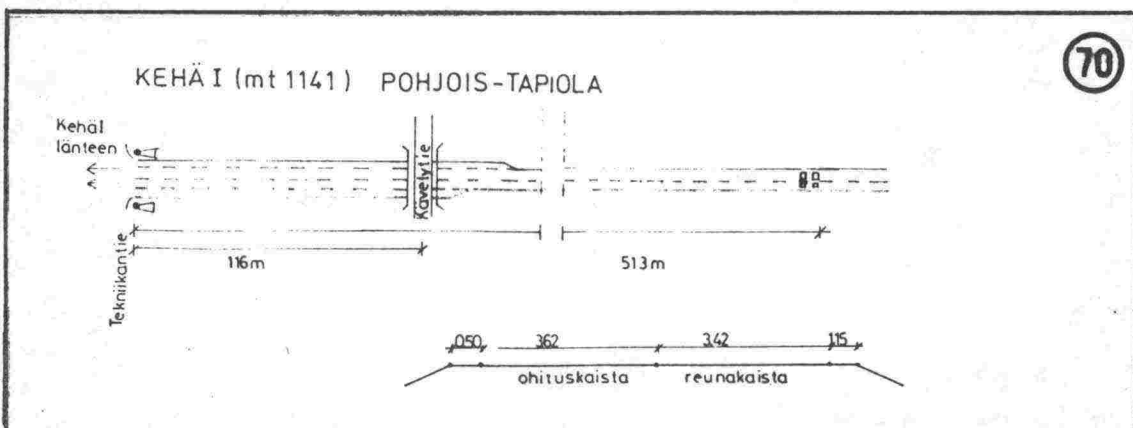
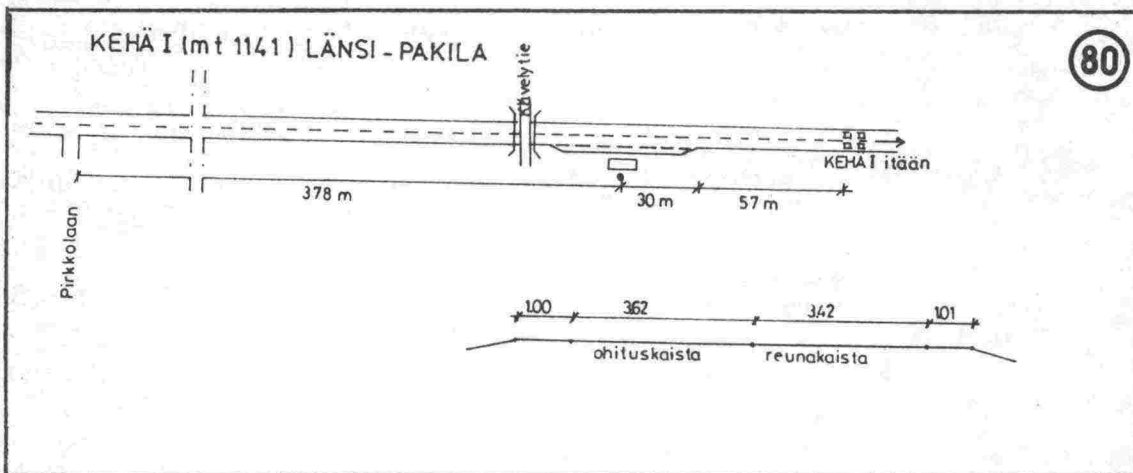
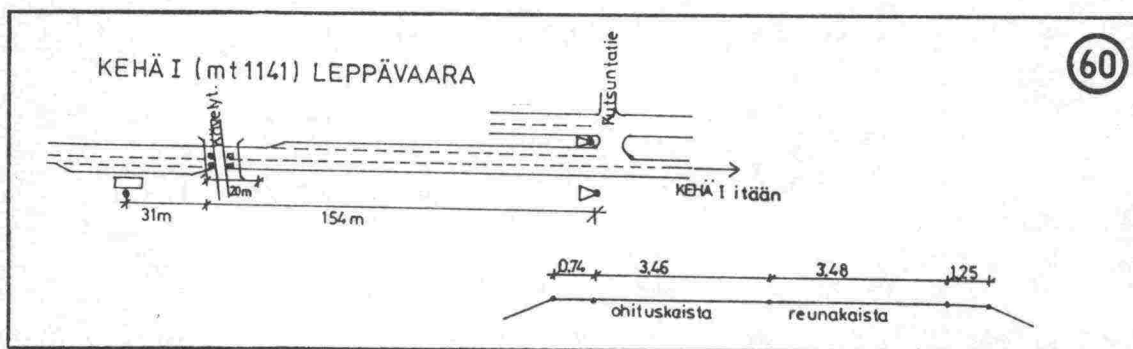
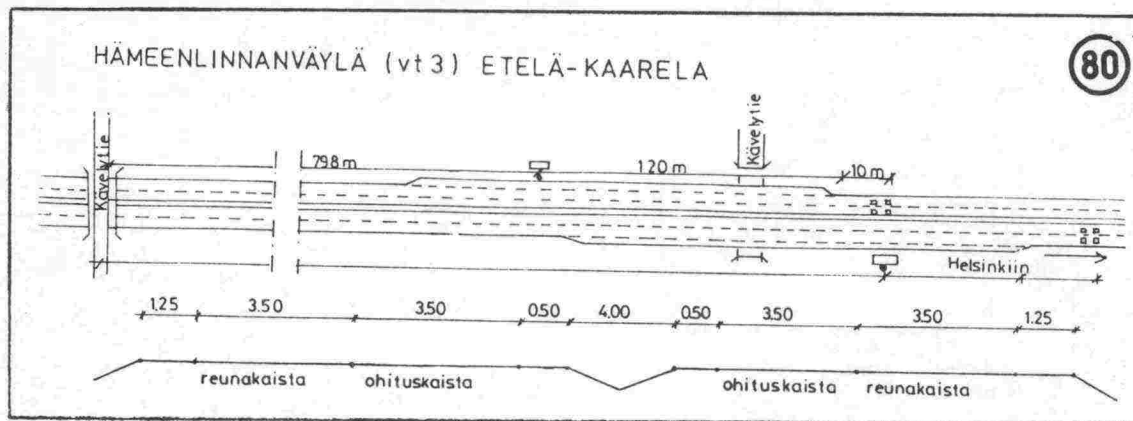
	Sivu
1. Mittauspisteet, tehdyt mittaukset sekä kerätyn aineiston määrä.	57
2. Mittauspisteiden tarkka sijainti tiellä.	58
3. Liikennemäärän ja keskinopeuden aikavaihtelut.	60
4. Liikennevirran kaistakohtaiset peruskuvaajat.	71
5. Liikennevirran koko ajoradan peruskuvaajat.	82
6. Matkakajakauman keskinopeuden ja liikennemäärän, matkakajakauman keskinopeuden ja liikennetiheyden sekä nopeuden hajonnan ja liikennemäärän riippuvaisuuksien regressiomallien parametrin ja mallien kuvaajat.	93
7. Aikavälien jakauman tiheyskuvaajat valituista aikajaksoista kaistakohtaisesti.	106
8. Aikavälien jakauman kertymäkuvaajat valituista aikajaksoista kaistakohtaisesti.	116
9. Aikavälijakauman keskihajonnan, -suhteellisen keskihajonnan sekä -huippuarvon ja liikennemäärän riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja mallin kuvaajat.	126
10. Suhteellisen ja absoluuttisen kaistajakauman ja liikennemäärän sekä viiden sekunnin ja sitä pienempien aikavälien osuuden ja liikennemäärän regressiomallien parametrin ja mallien kuvaajat.	139

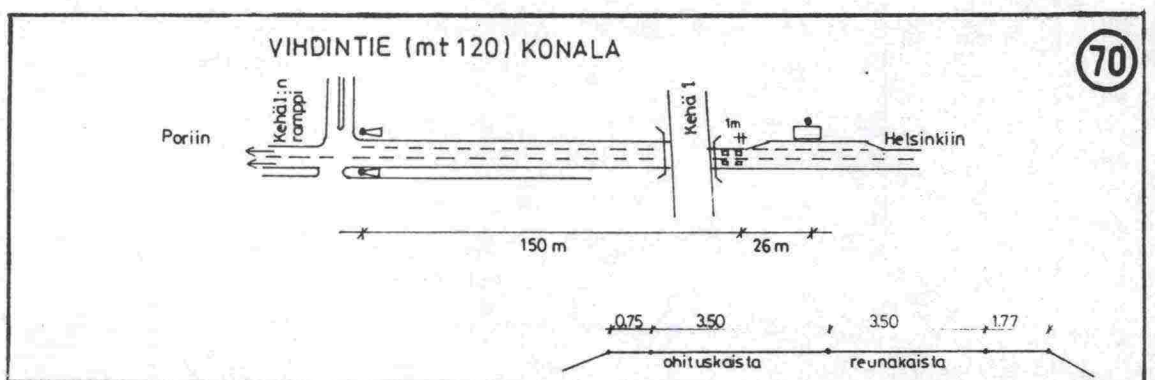
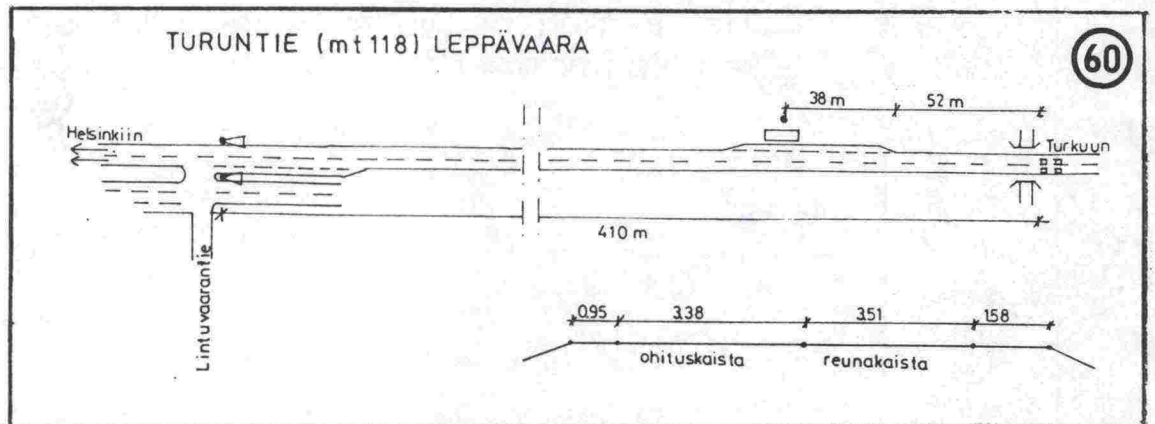
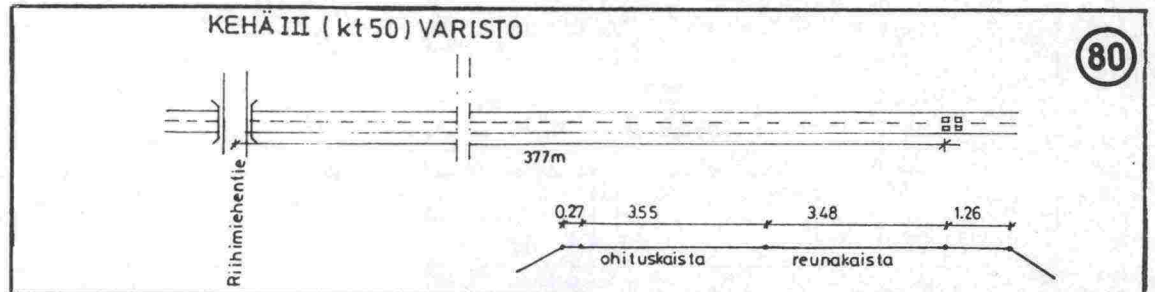
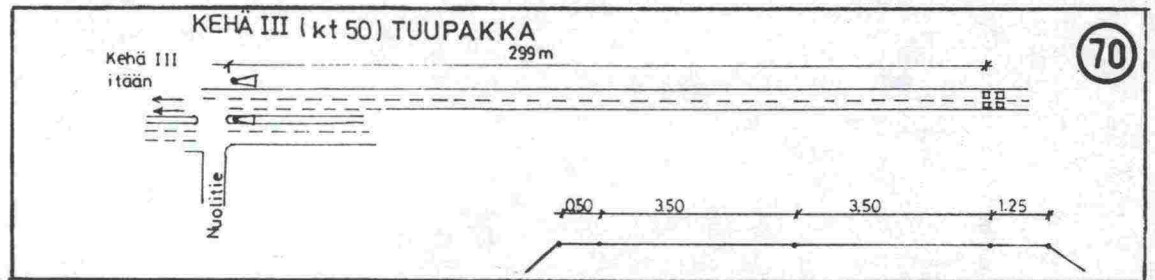
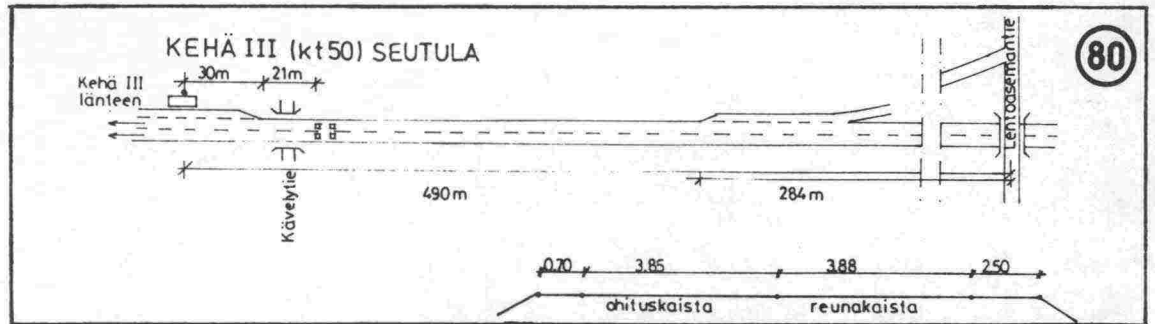
11. Nopeuksien jakauman kertymäkuvaajat valituista aikajaksoista. 151
12. Kaistojen aikajakauman keskinopeuseron ja liikennemäärän riippuvaisuuden regressimallin parametrit. 161
13. 85 % nopeuden, aikajakauman keskinopeuden sekä 15 % nopeuden ja liikennemäärän riippuvaisuuden regressiomallien parametrin ja mallien kuvaajat. 162
14. 0 - 6 m, 6 - 14 m sekä 14 - 26 m ajoneuvojen aikajakauman keskinopeuden ja liikennemäärän regressiomallien parametrin ja mallien kuvaajat. 175
15. Vaarallisten aikavälien ja liikennemäärän riippuvaisuuden regressiomallin parametrit. 188

Mittauspisteet, tehdyt mittaukset sekä kerätyn aineiston määrä.

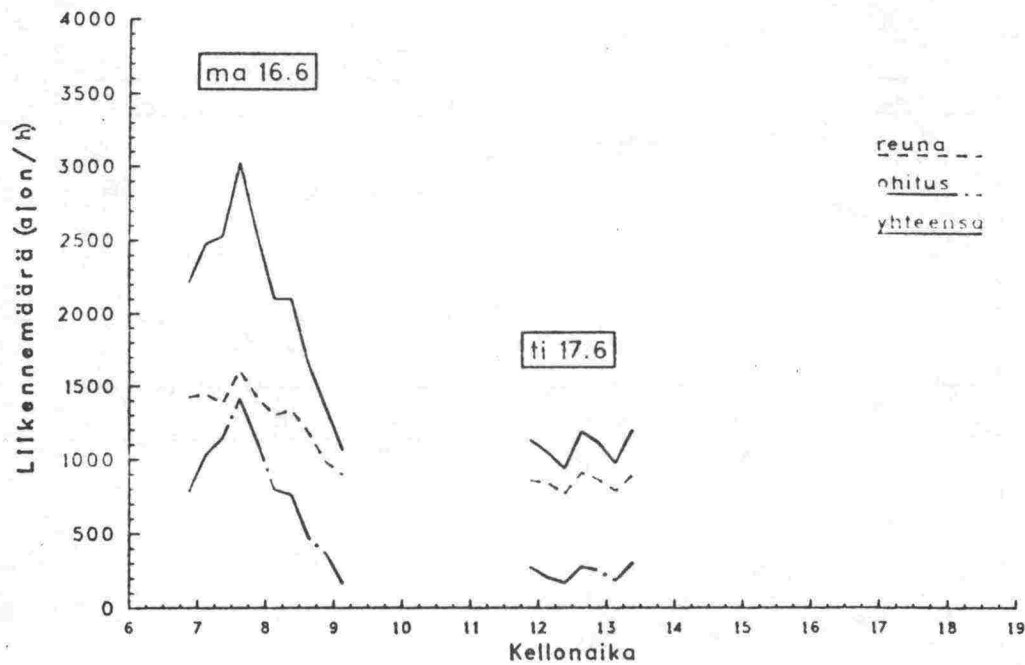
Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	PVM	KLO	Nopeus- rajoitus/ Piste- tyyppi *	Havaintoja		Raskaiden ajoneuvo- jen (> 6m) osuus (%)	
							Reuna	Ohitus	Reuna	Ohitus
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	ma 16.6 ti 17.6	6.39- 9.28 11.35-13.35	80/häiriötön 80/häiriötön	3564 1697	2175 470	7,3 11,2	2,1 6,5
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	ke 18.6 pe 13.6	10.17-12.17 15.36-18.30	80/häiriötön 80/häiriötön	1736 3886	434 2498	12,6 6,3	4,9 2,1
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	to 21.8 ti 19.8	12.00-14.00 15.00-18.00	60/häiritty 60 Häiritty	1101 3006	783 3208	14,8 6,0	4,9 1,1
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	ke 10.9 ti 9.9	10.15-12.15 15.00-18.00	80/häiritty 80/häiritty	1784 4519	717 3902	14,3 4,6	4,3 1,3
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	ke 20.8 ke 20.8	6.30- 9.30 10.00-12.00	70/häiriötön 70/häiriötön	3203 1255	2489 432	5,9 9,7	1,0 5,1
6	Kehä III	Seutula	länteen	ke 27.8 ke 27.8	12.15-14.15 15.00-18.00	80/häiriötön 80/häiriötön	1429 2826	296 893	19,5 10,1	10,6 3,4
7	Kehä III	Tuupakka	itään	ti 17.6 ti 17.6 ke 18.6	6.30- 9.00 9.05-11.05 15.00-18.00	70/häiritty 70/häiritty 70/häiritty	1716 1108 2175	1156 491 1602	12,1 18,1 10,8 (peräänajo)	5,0 12,6 5,1
8	Kehä III	Varisto	länteen	ke 27.8 ti 26.8	9.30-11.30 15.00-18.00	80/häiriötön 80/häiriötön	1222 2756	204 711	18,2 8,1	16,5 6,3
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	to 21.8 to 21.8	6.30- 9.30 9.31-11.31	60/häiriötön 60/häiriötön	1654 707	1307 281	7,3 11,4	1,7 5,4
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	to 28.8 to 28.8 ma 1.9	9.45-11.45 15.00-18.00 14.00-17.15	70/häiritty 70/häiritty 70/häiritty	831 1903 2158	450 1466 1654	13,5 (sadesää) 7,1 (sadesää) 6,9	3,1 1,3 1,8

* häiritty jos mittauspisteen välittömässä läheisyydessä on liikennevalot tai liittymä josta saattaa aiheutua saattaa aiheutua häiriötä liikennevirtaan.



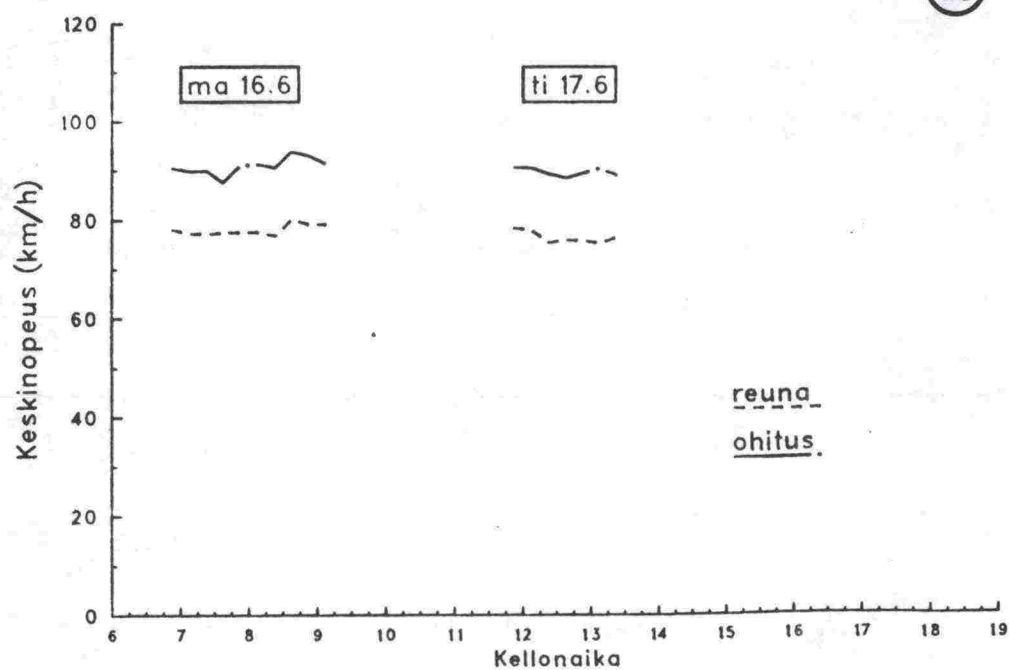


Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela suunta etelään

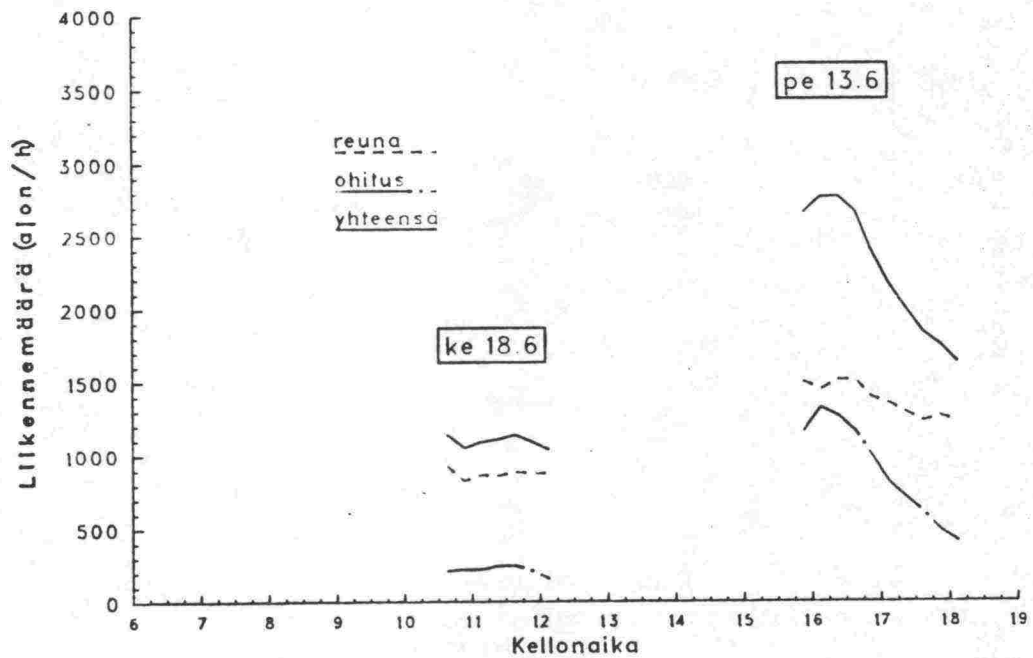


Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela suunta pohjoiseen

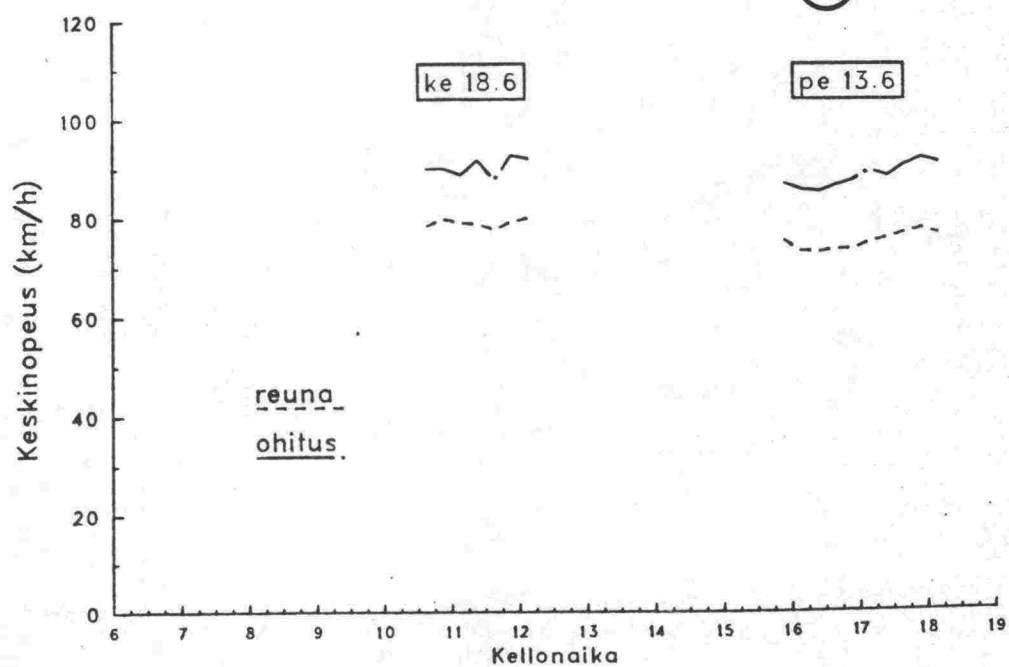
80

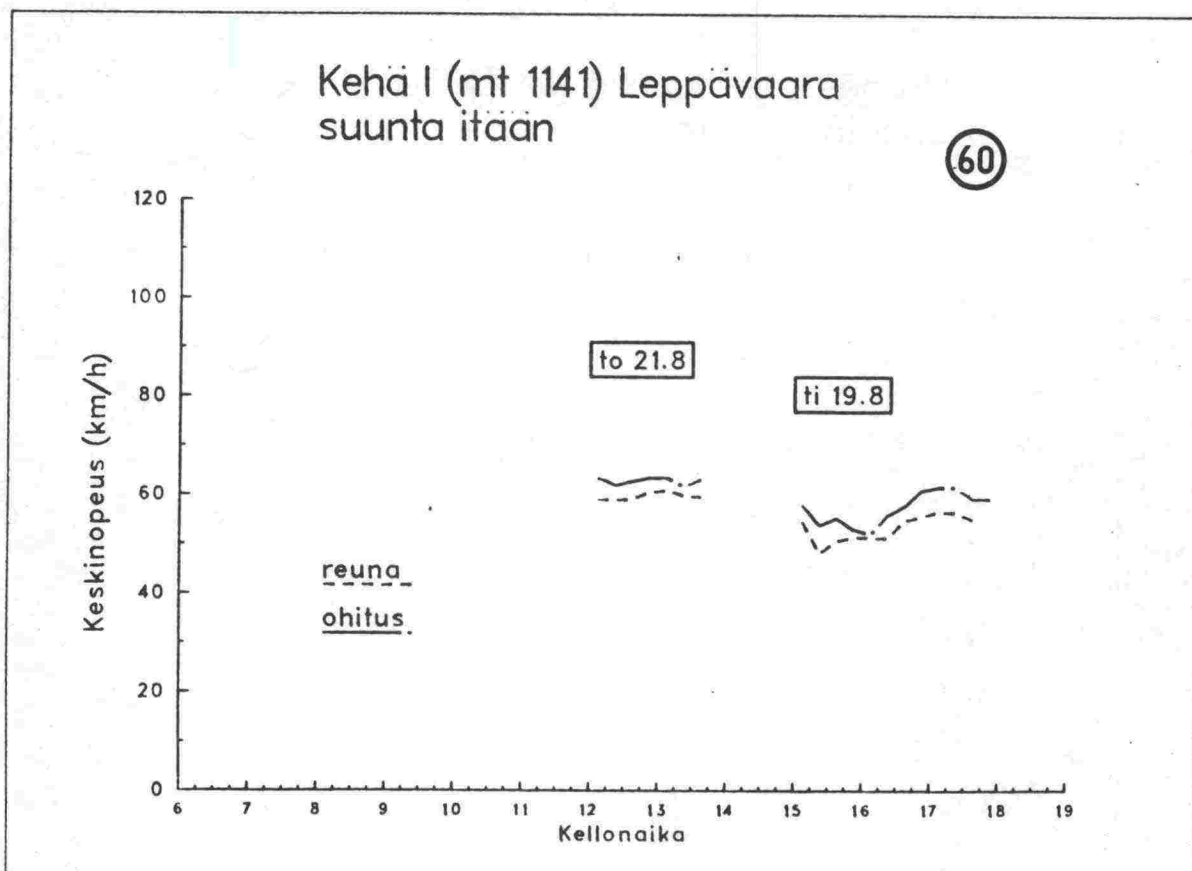
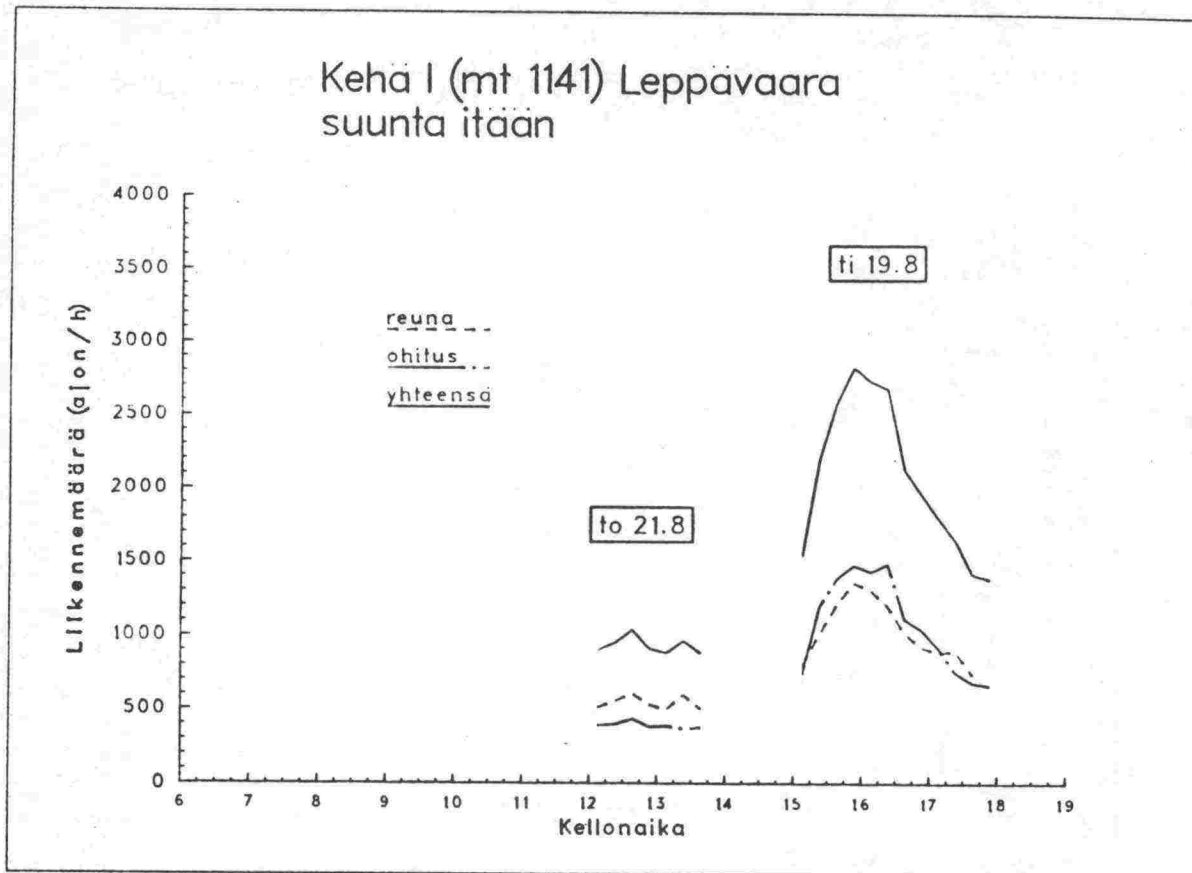


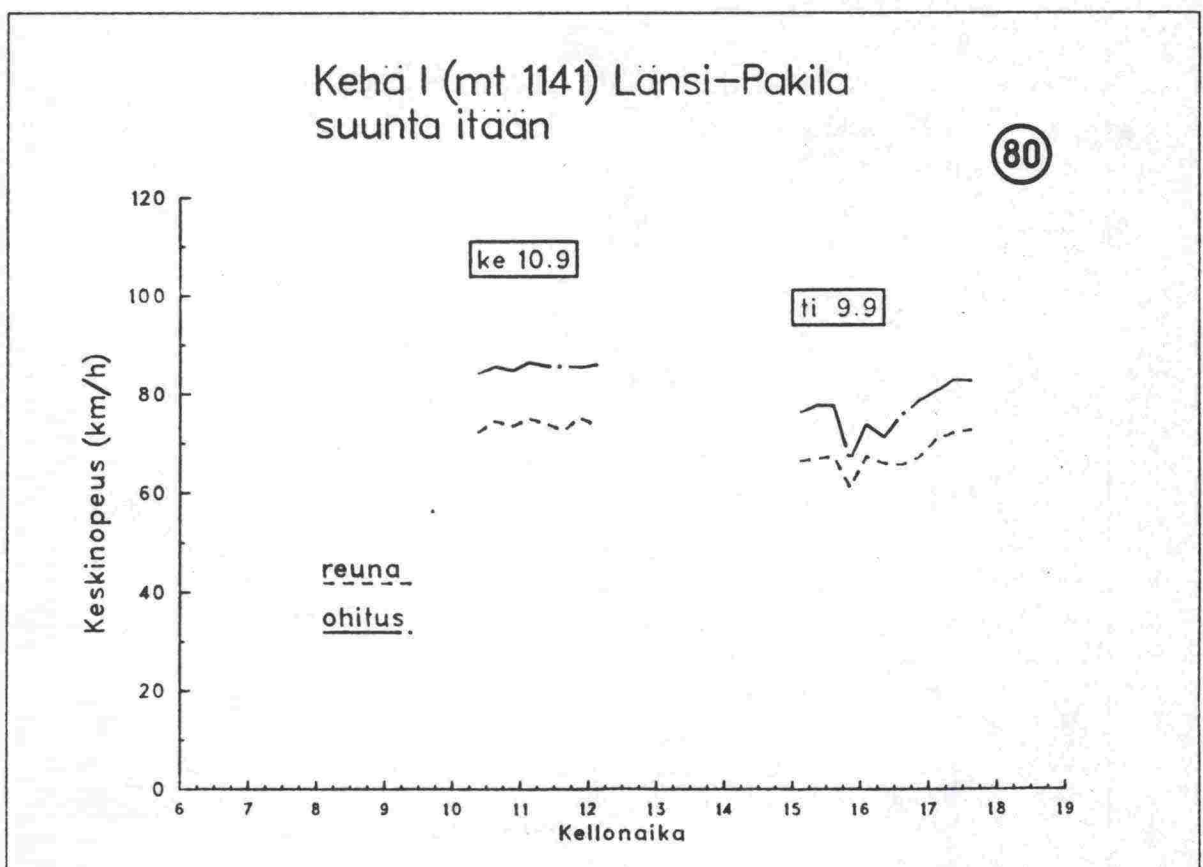
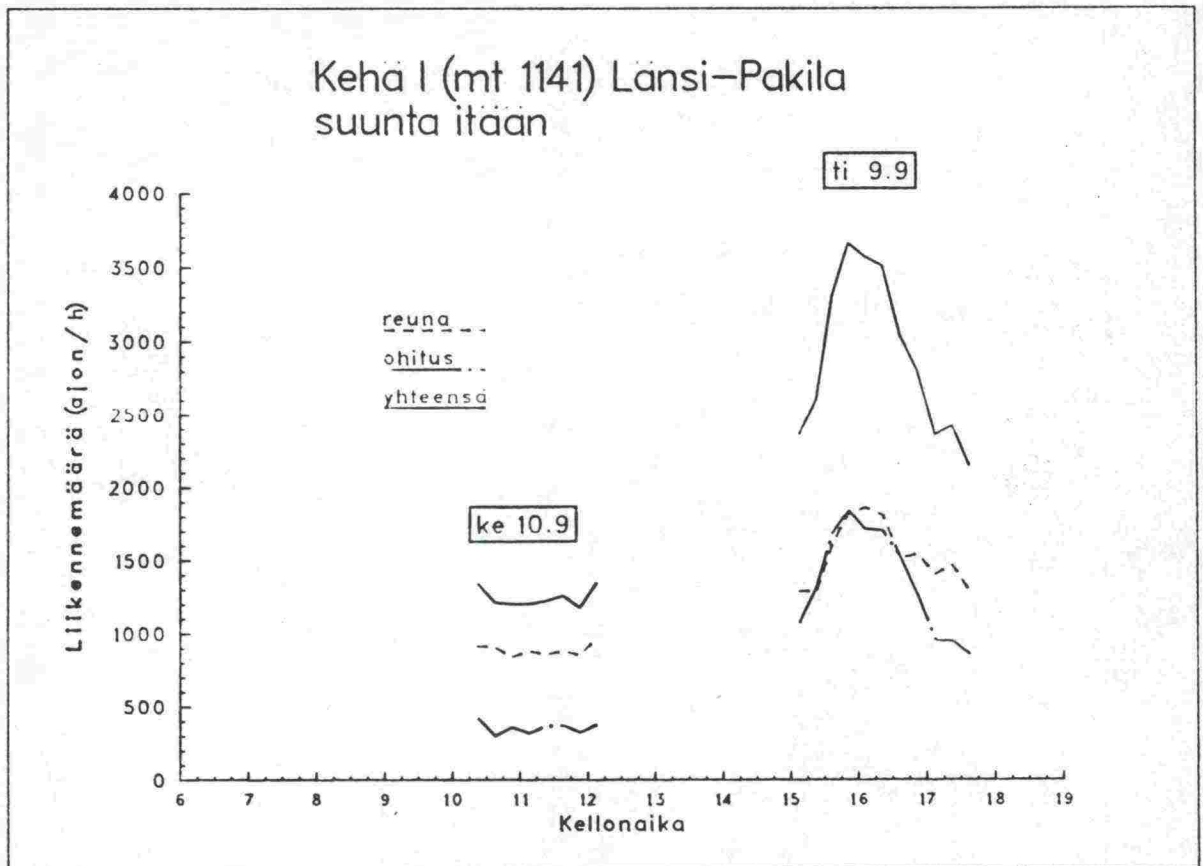
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela suunta pohjoiseen



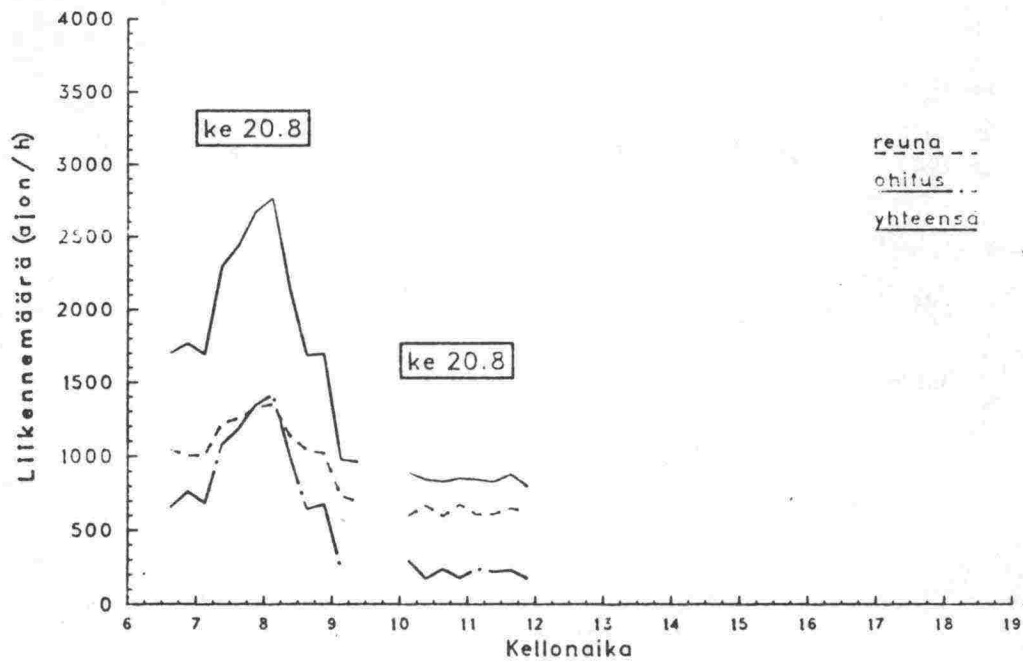
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela suunta pohjoiseen





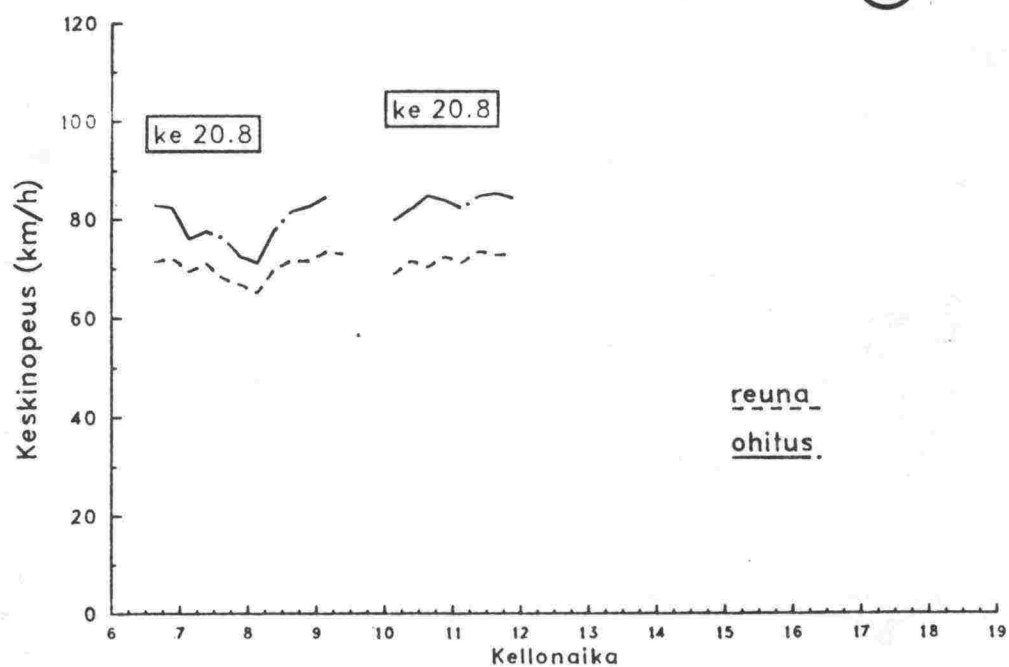


Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola suunta lanteen

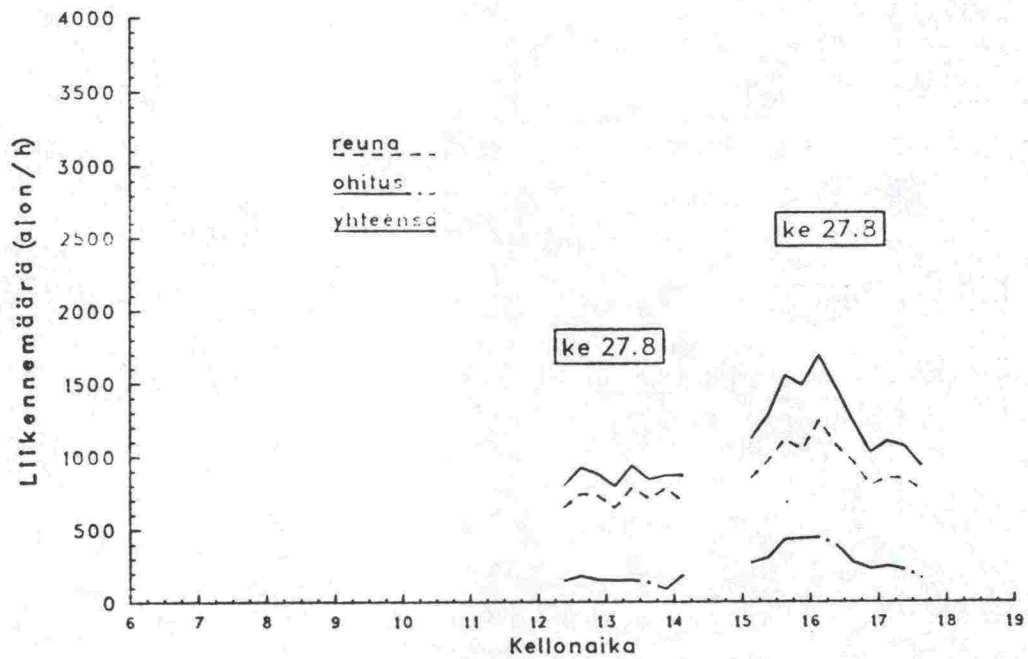


Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola suunta lanteen

70

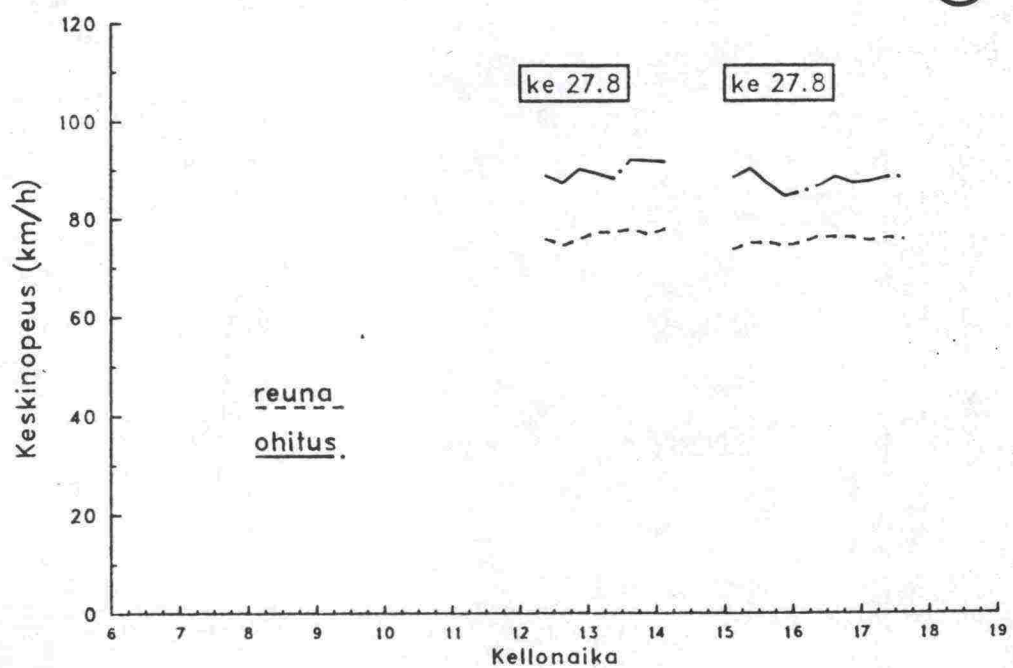


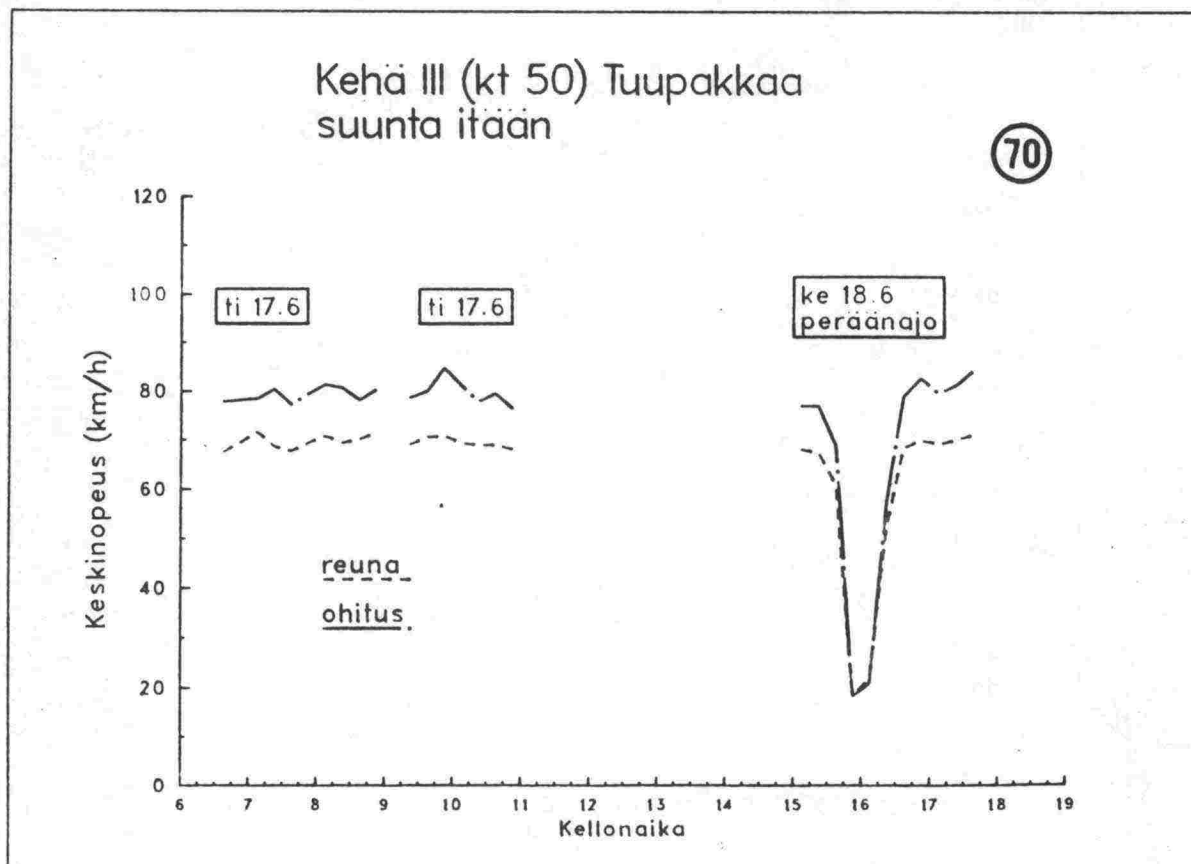
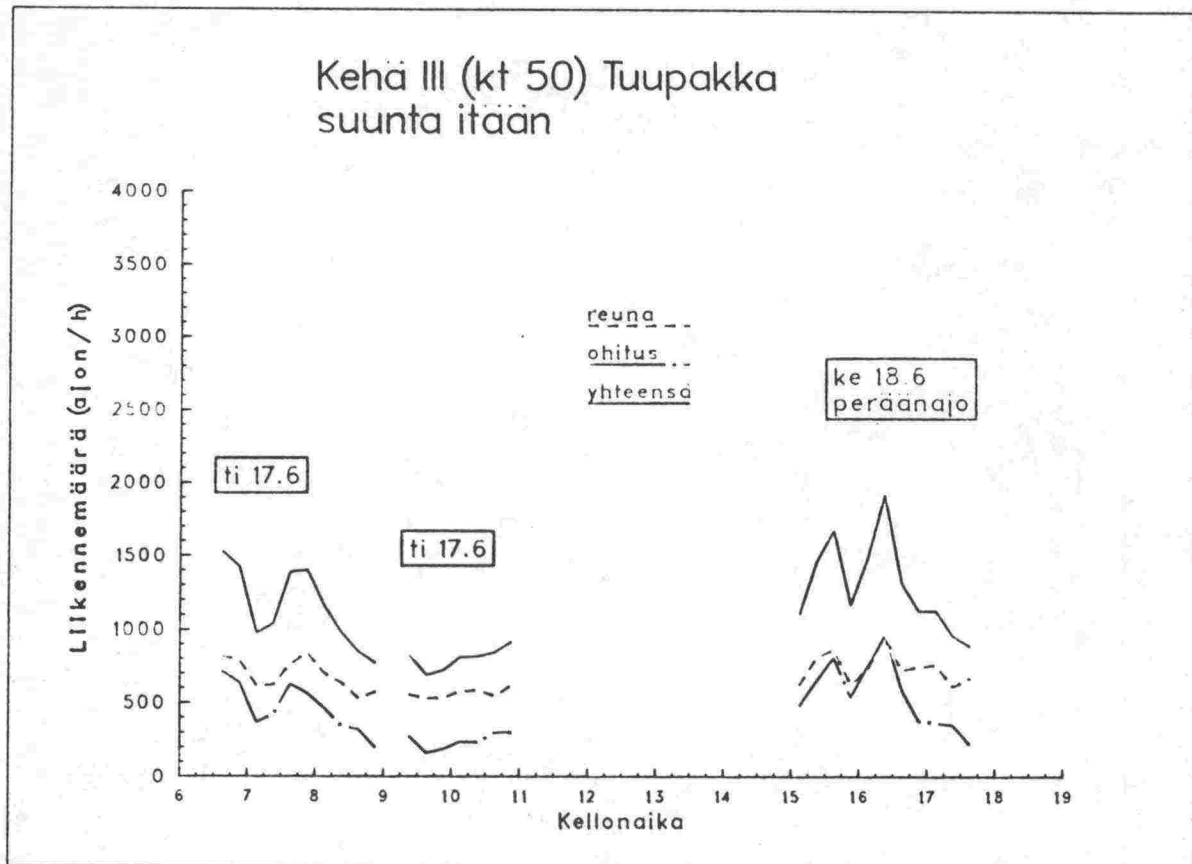
Kehä III (kt 50) Seutula suunta länteen



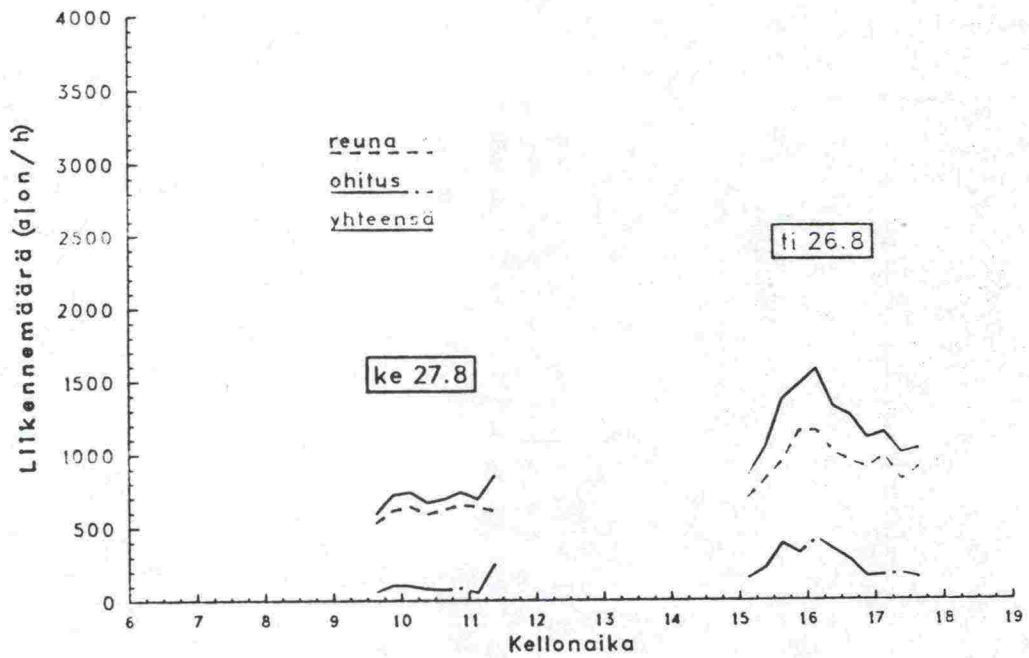
Kehä III (kt 50) Seutula suunta länteen

(80)



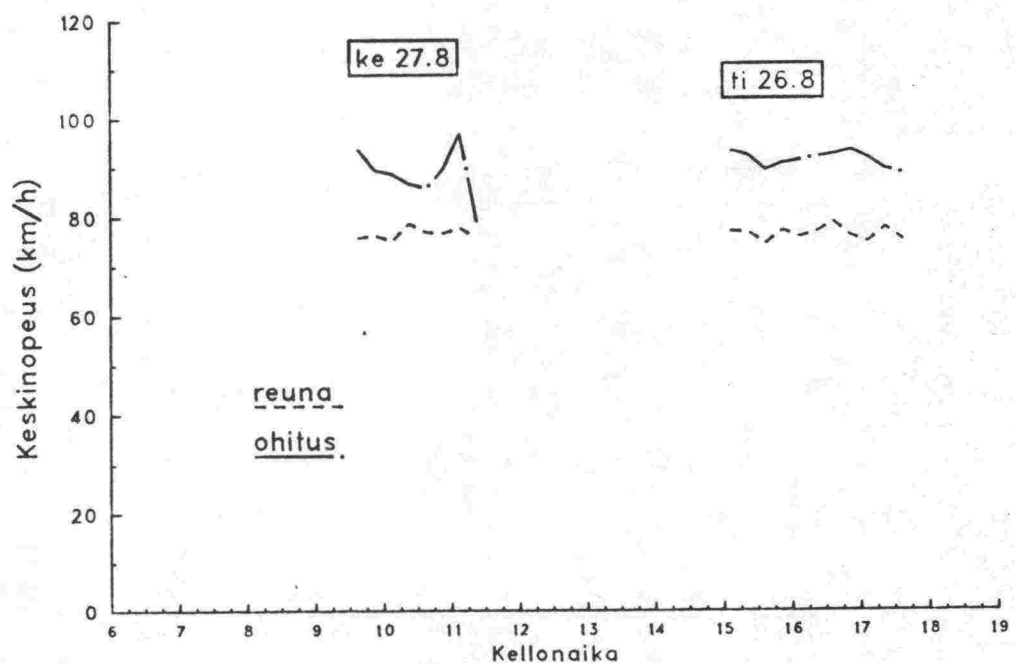


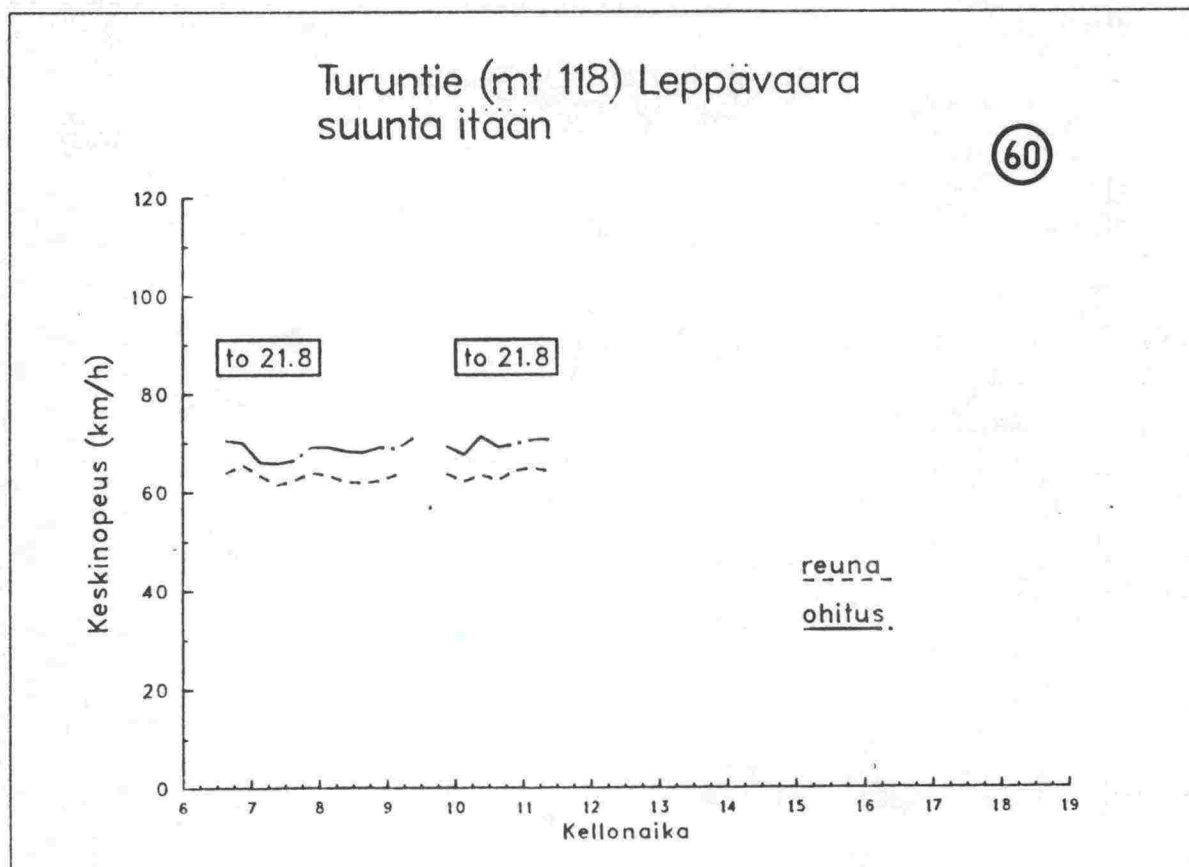
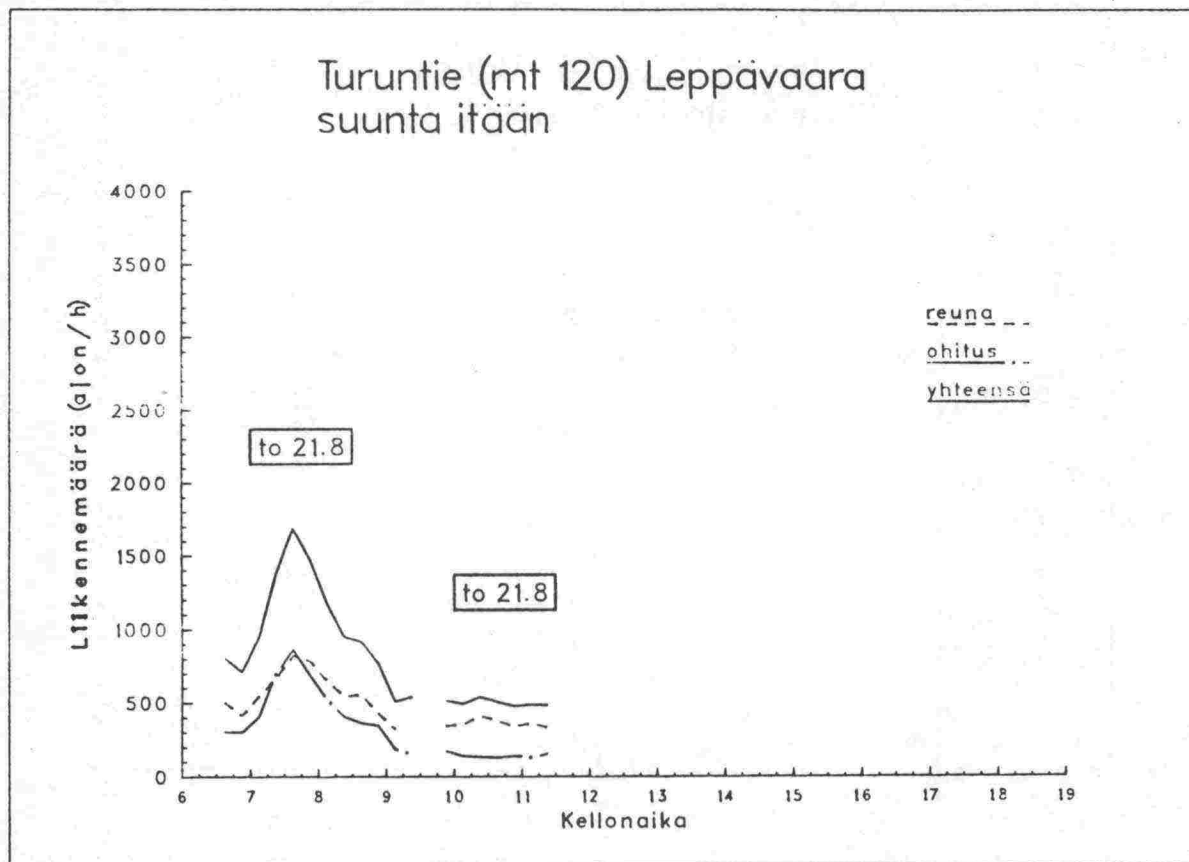
Kehä III (kt 50) Varisto
suunta länteen



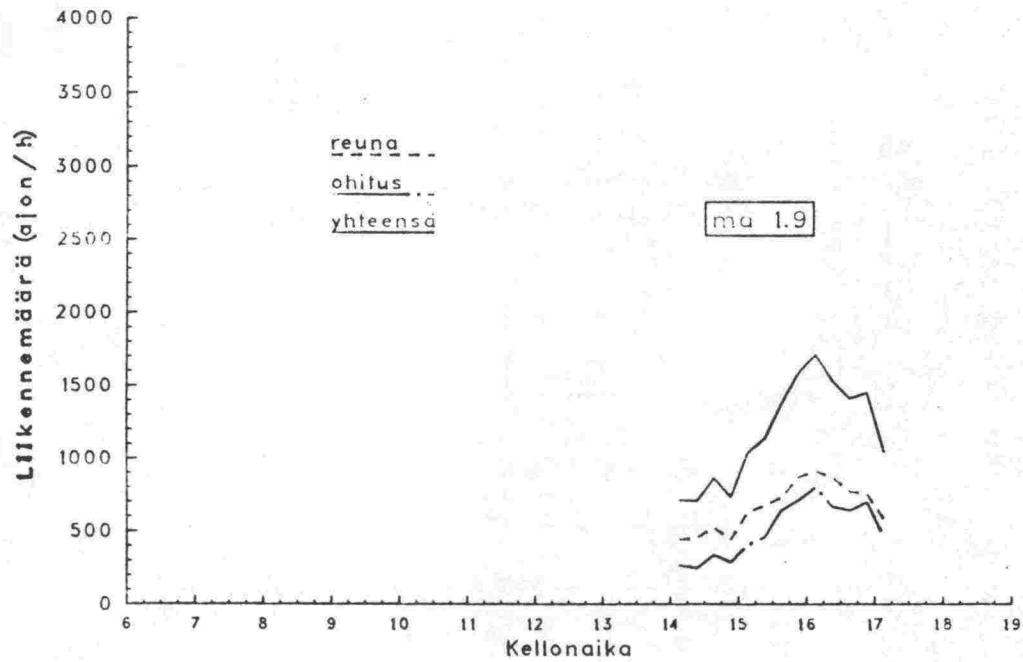
Kehä III (kt 50) Varisto
suunta länteen

80



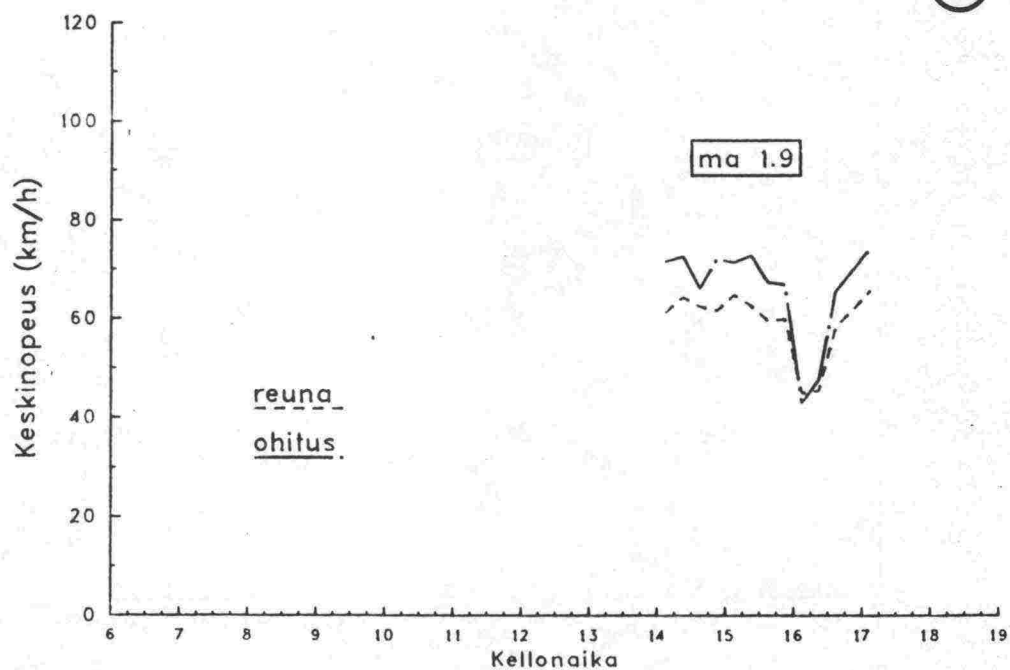


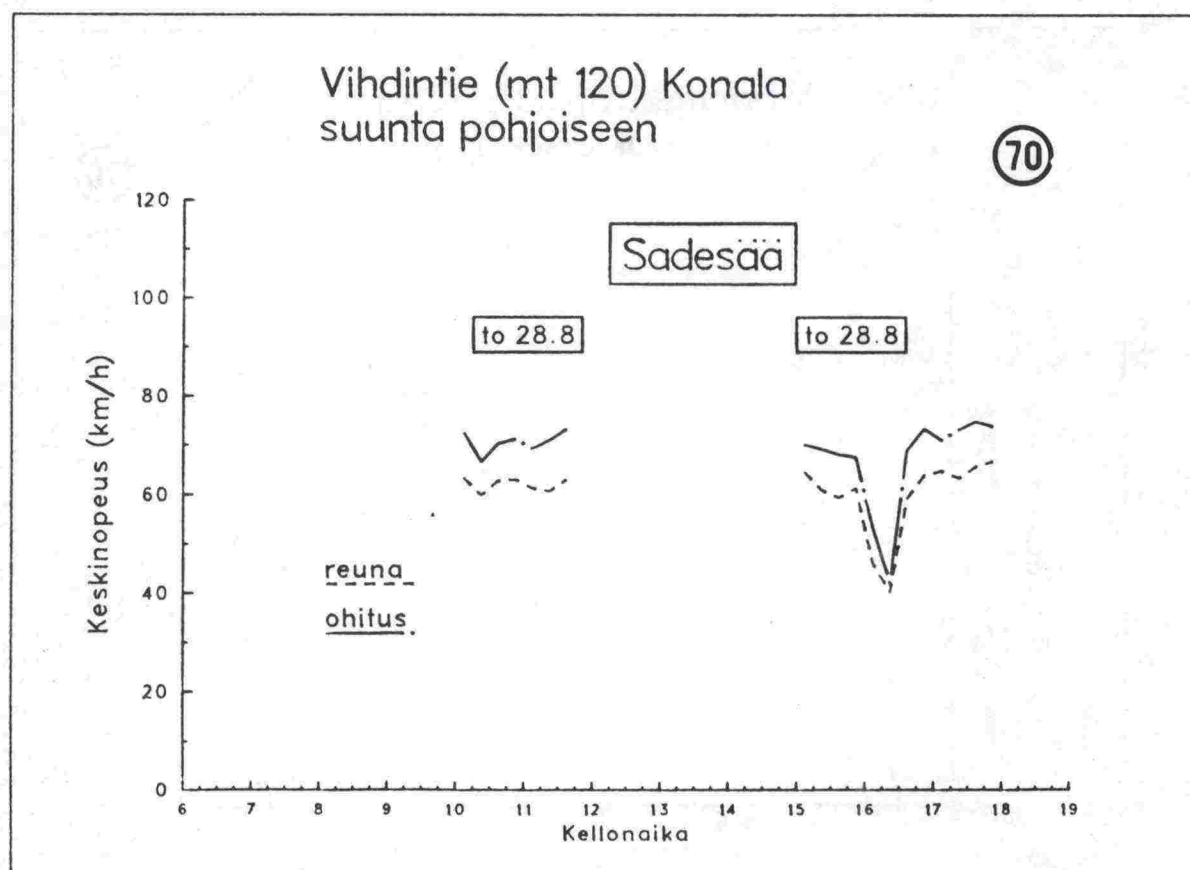
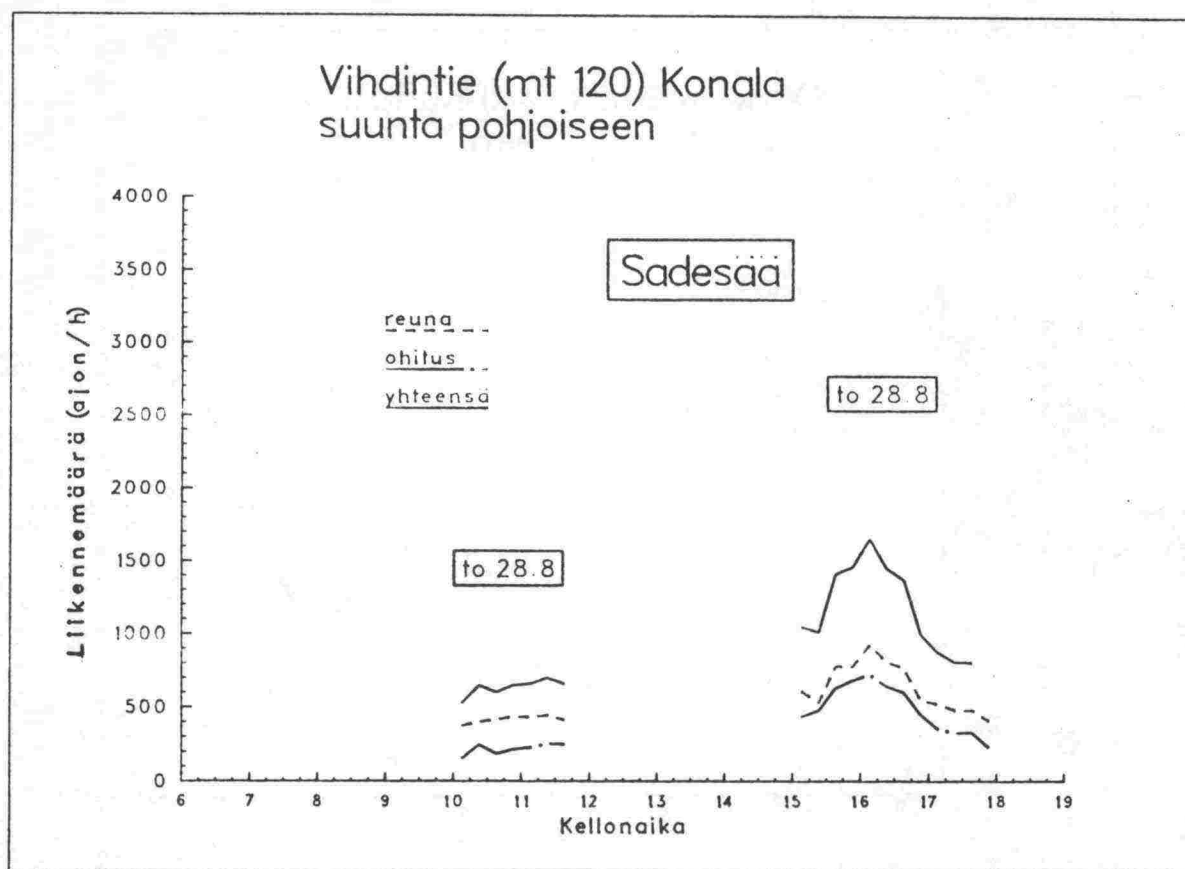
Vihdintie (mt 120) Konala
suunta pohjoiseen



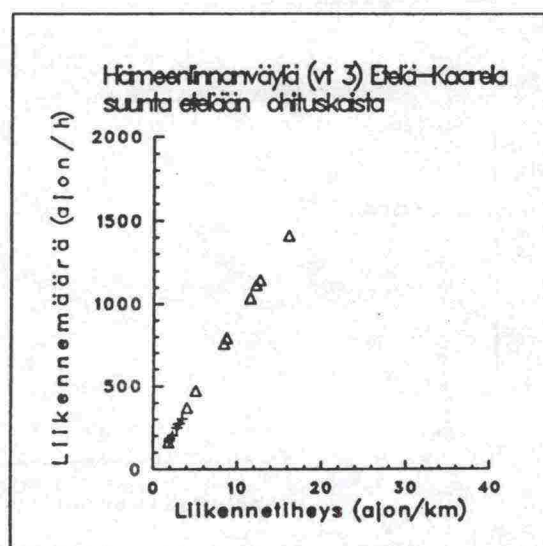
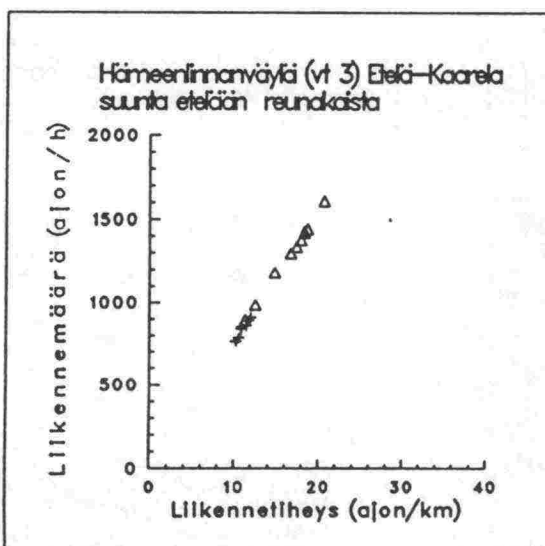
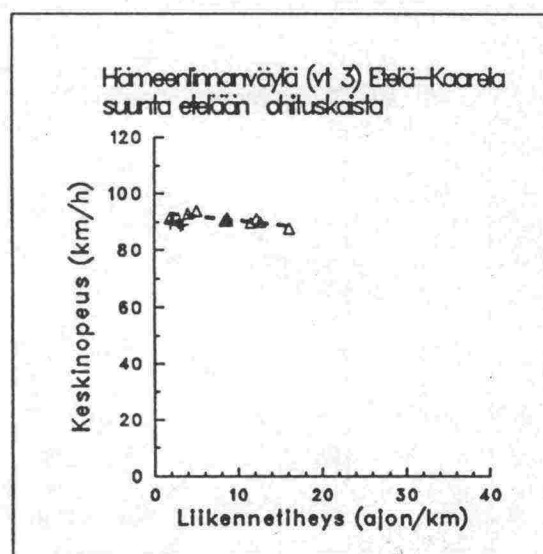
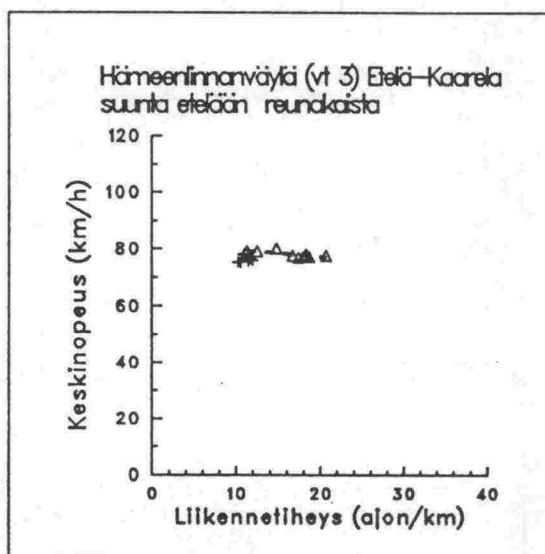
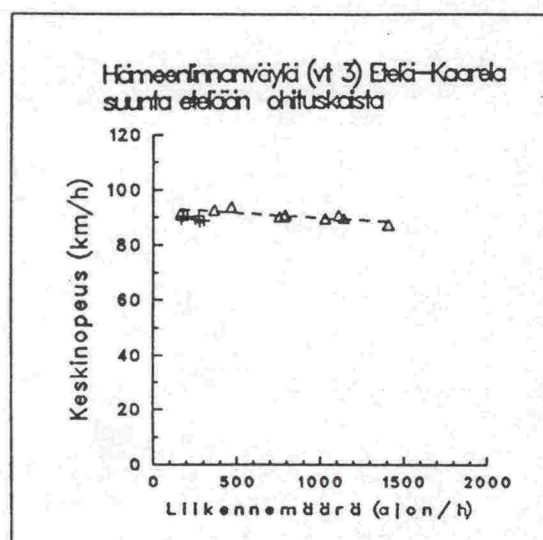
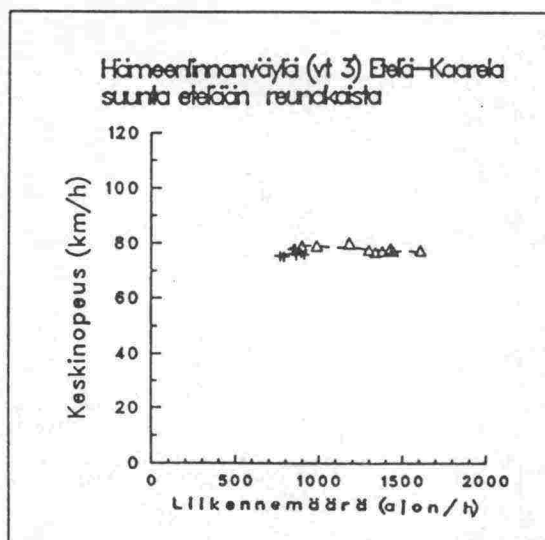
Vihdintie (mt 120) Konala
suunta pohjoiseen

70

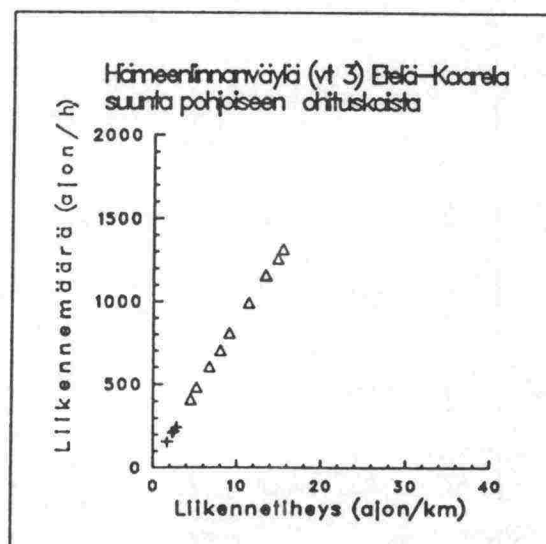
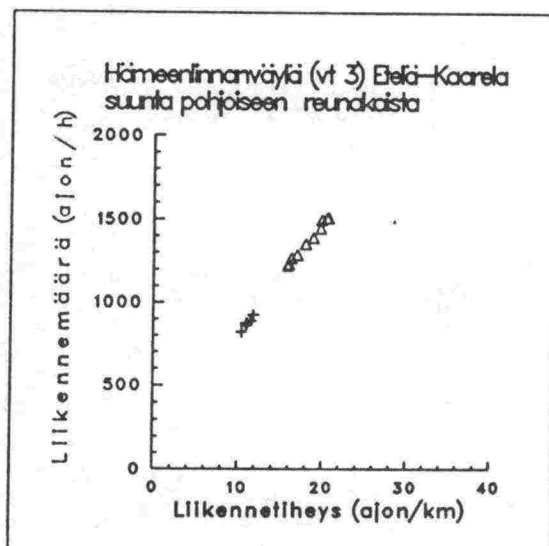
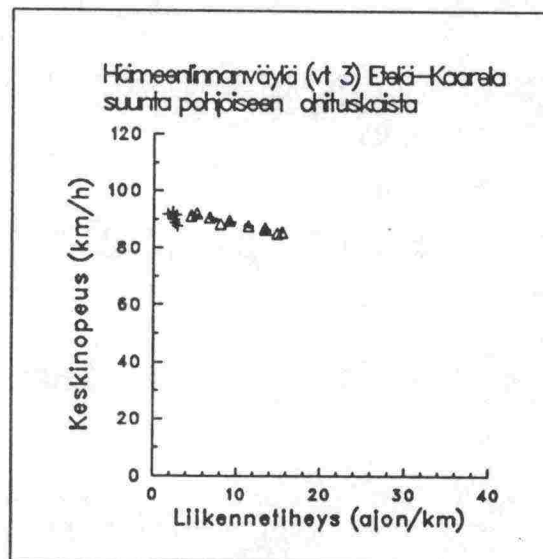
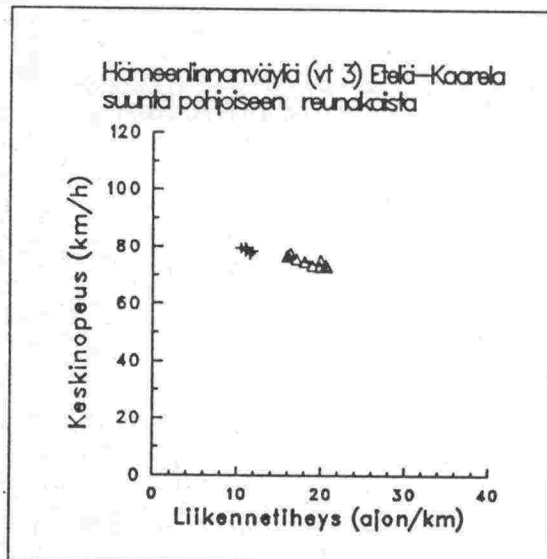
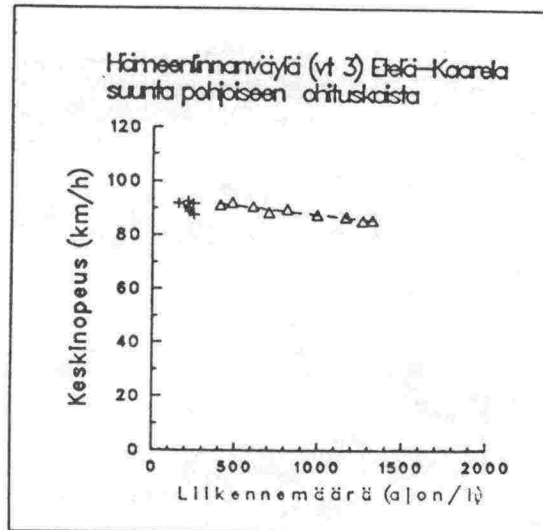
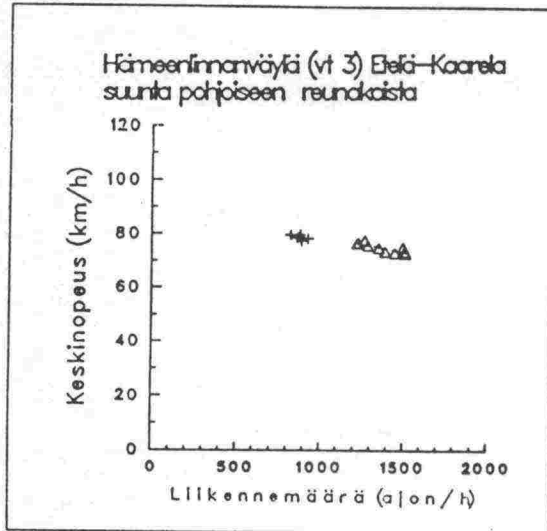




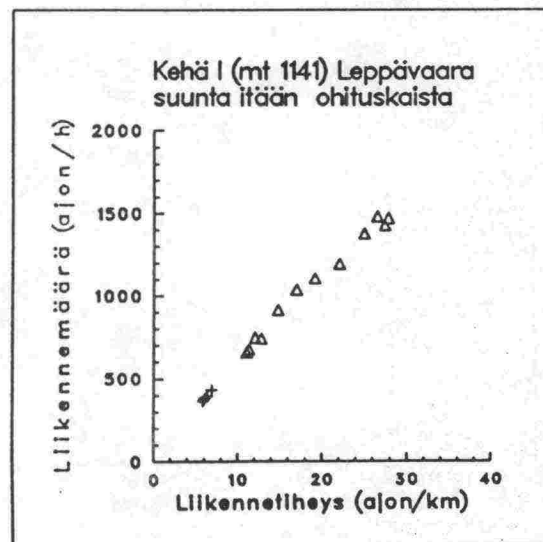
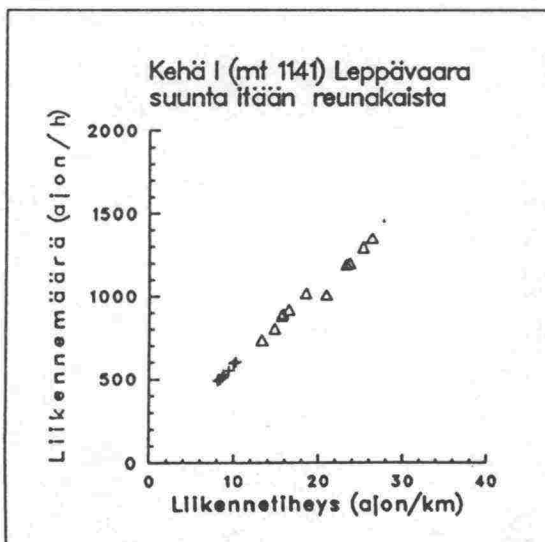
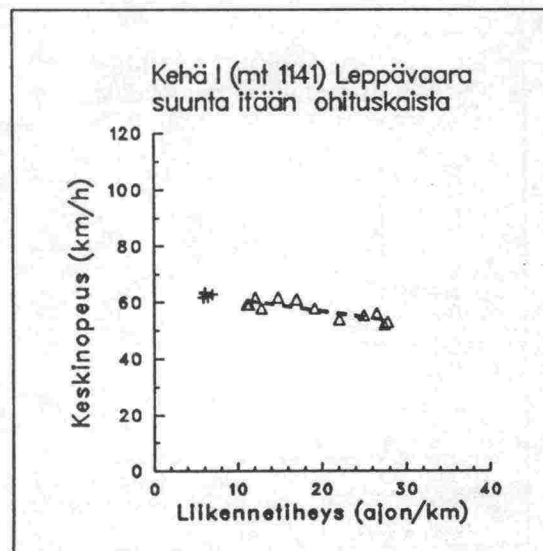
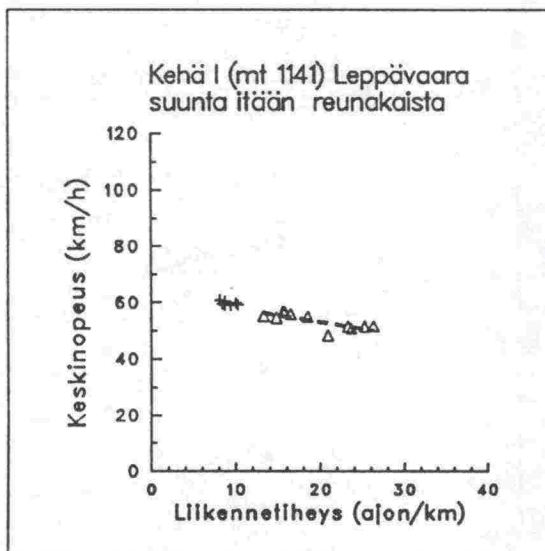
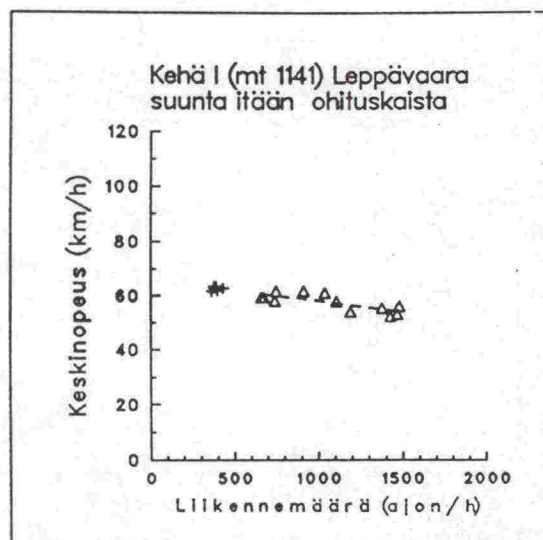
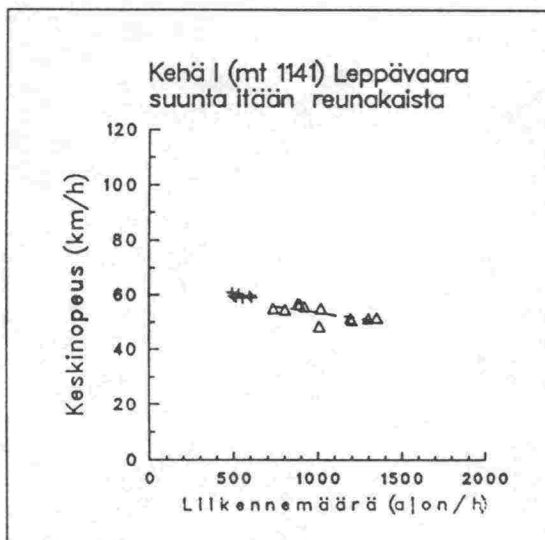
Nopeusrajoitus 80 km/h



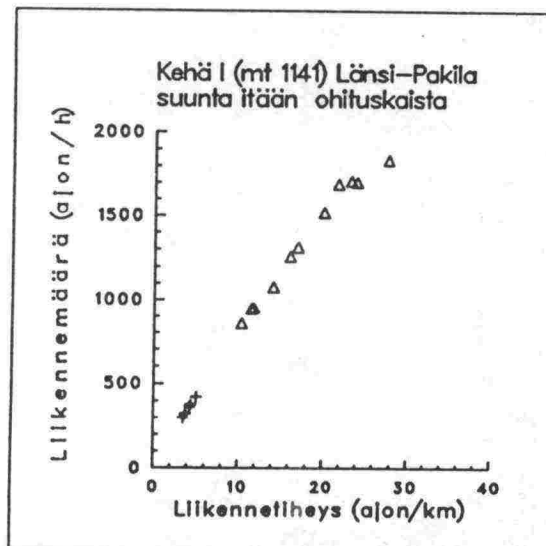
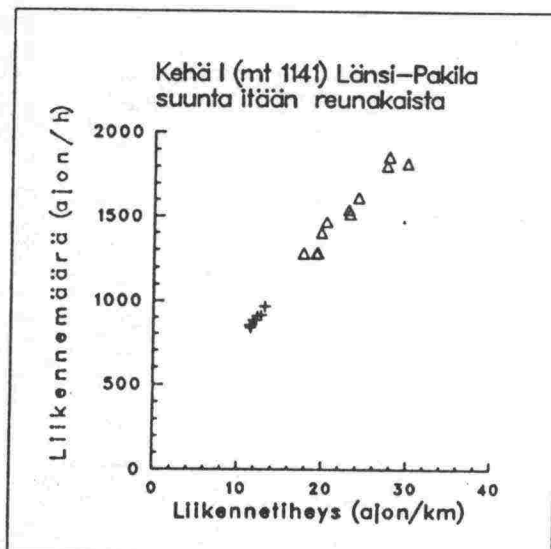
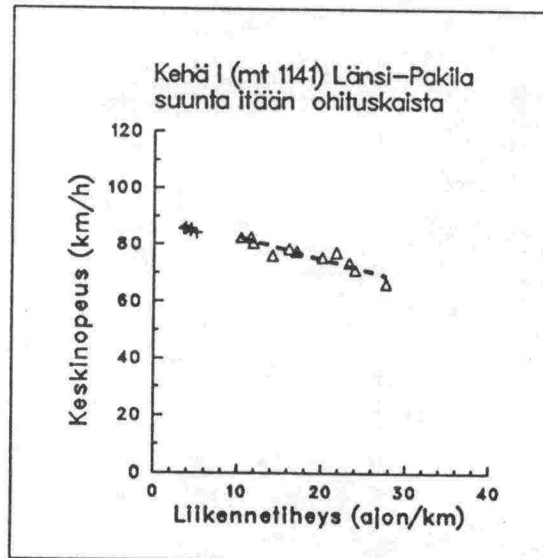
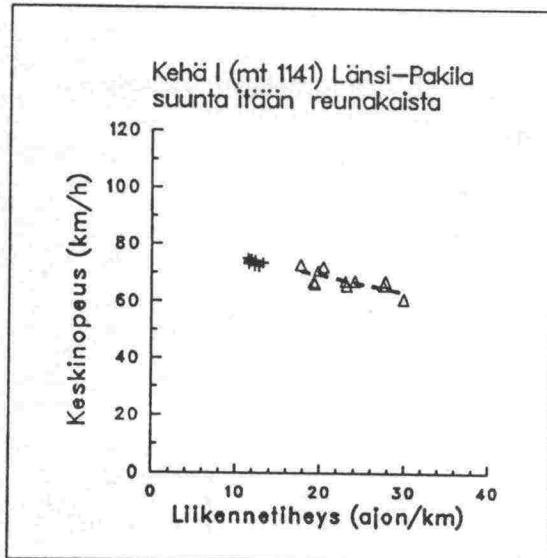
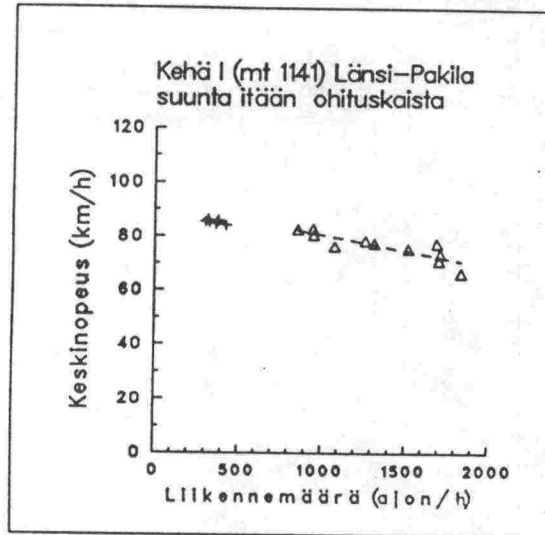
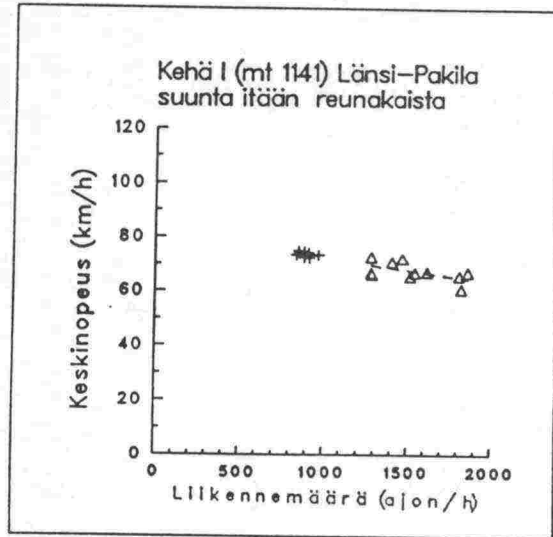
Nopeusrajoitus 80 km/h



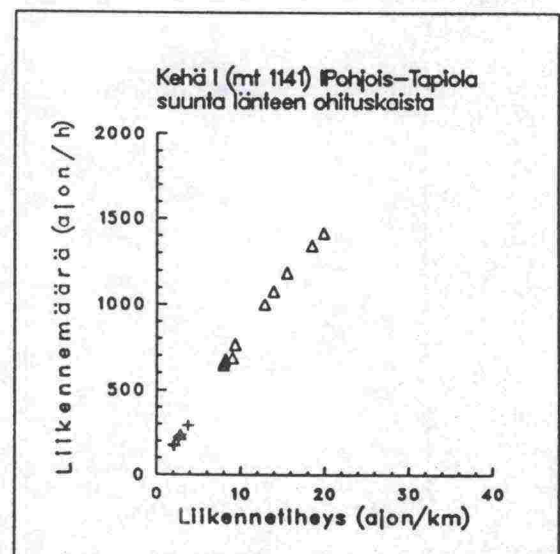
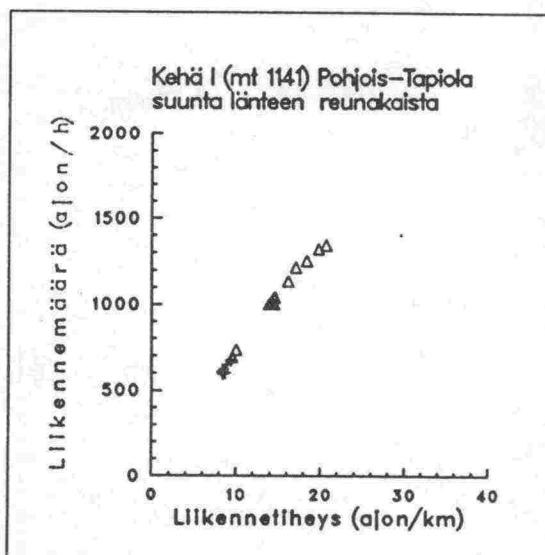
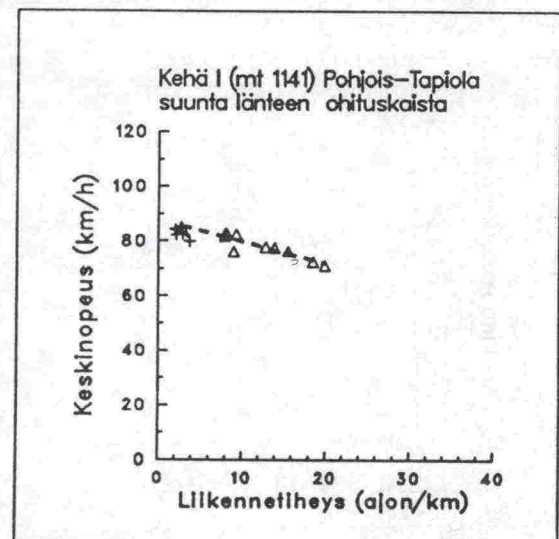
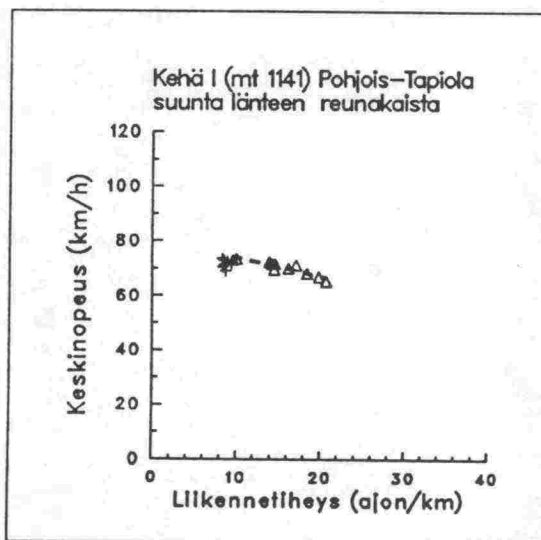
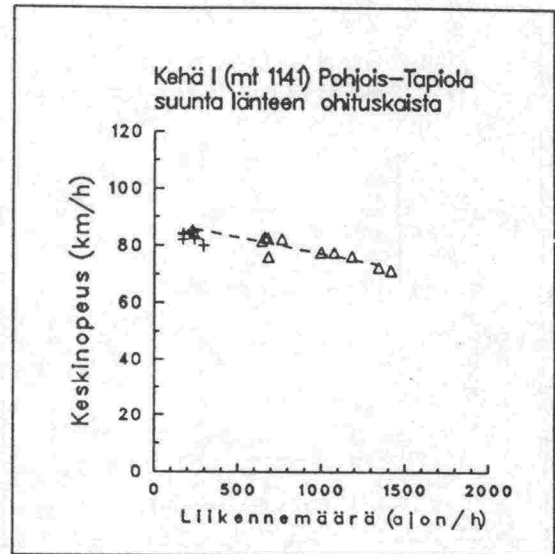
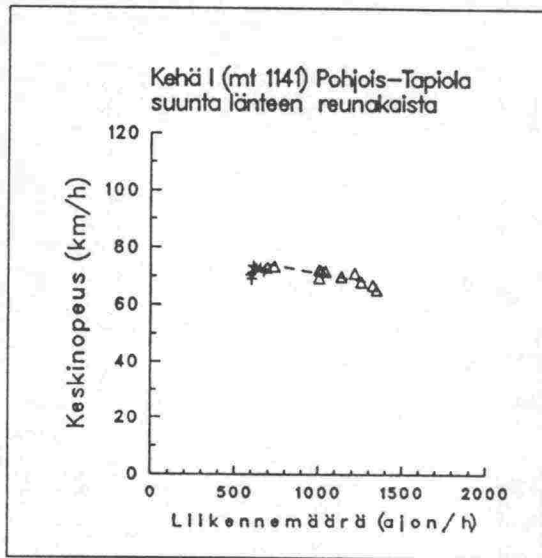
Nopeusrajoitus 60 km/h



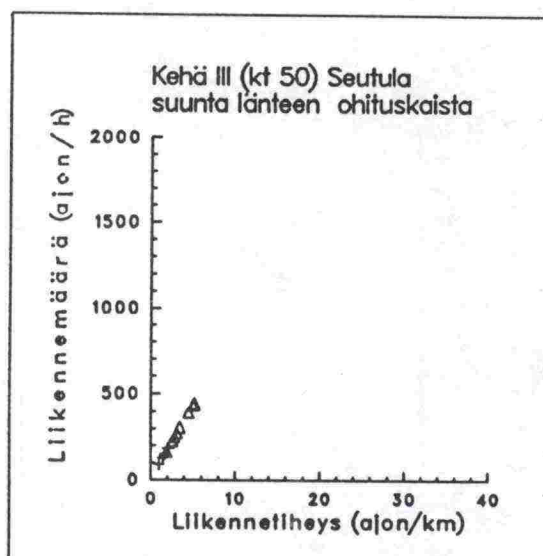
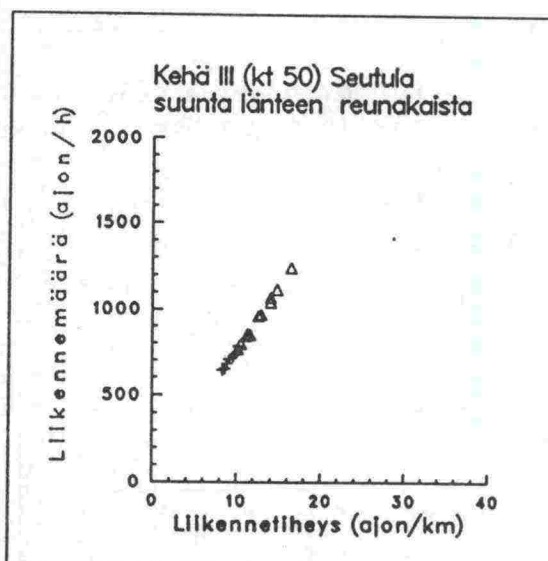
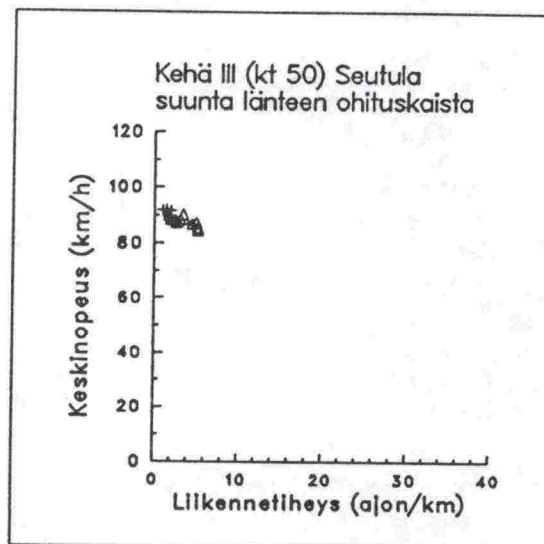
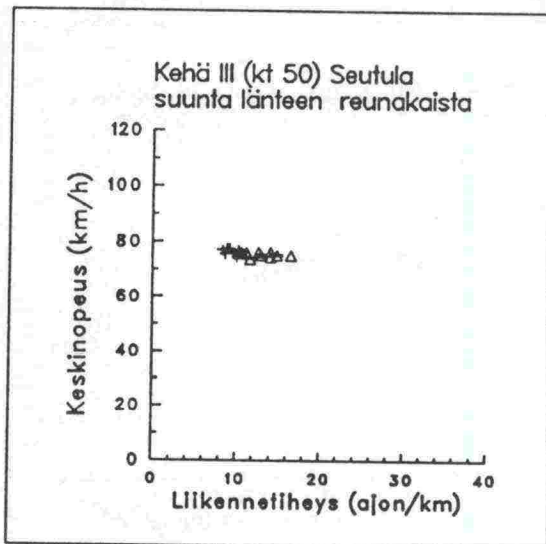
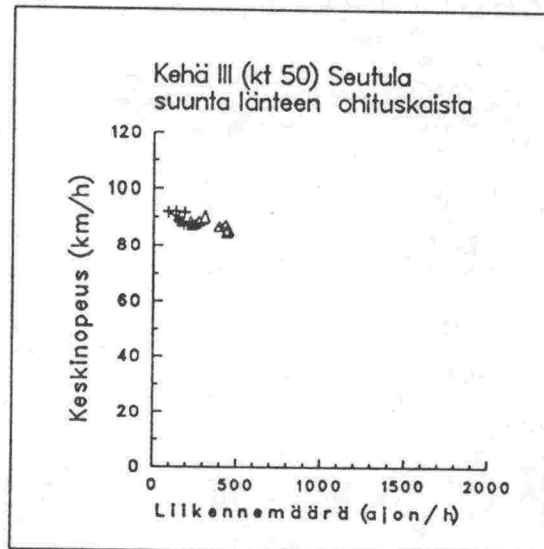
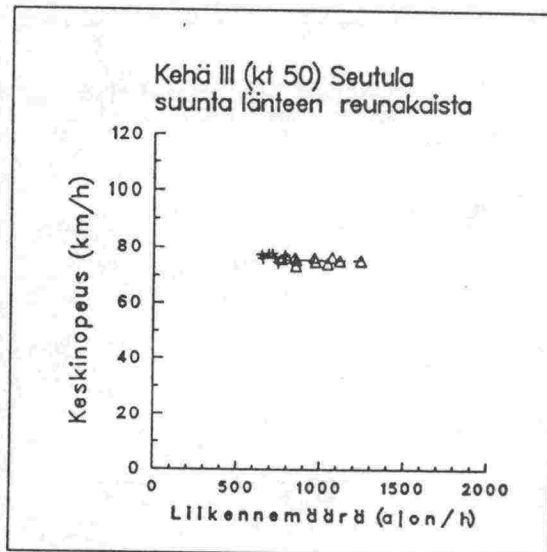
Nopeusrajoitus 80 km/h



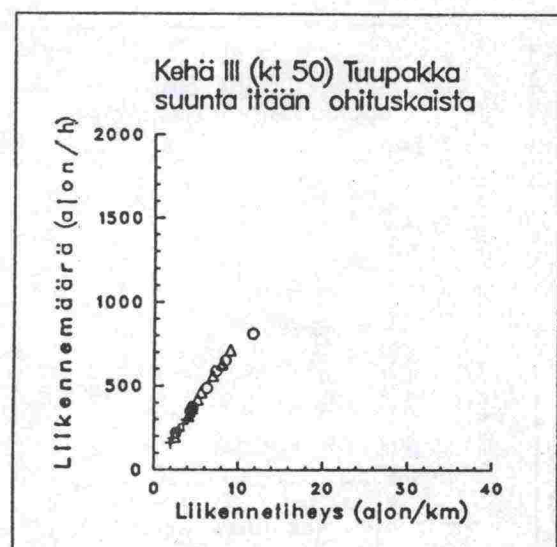
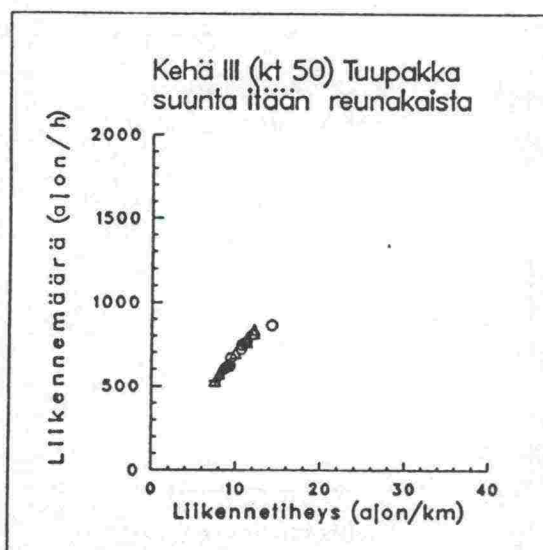
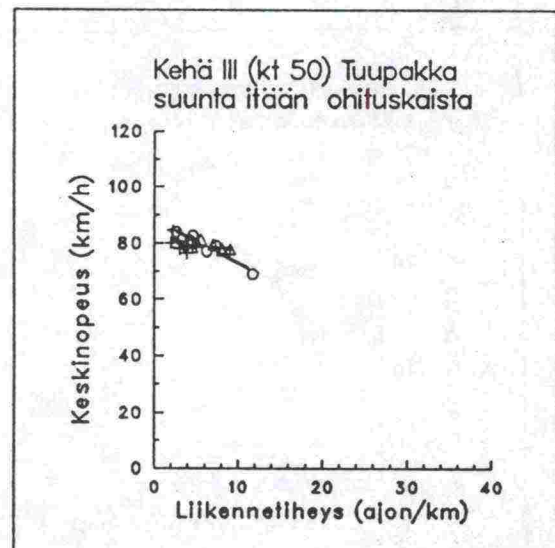
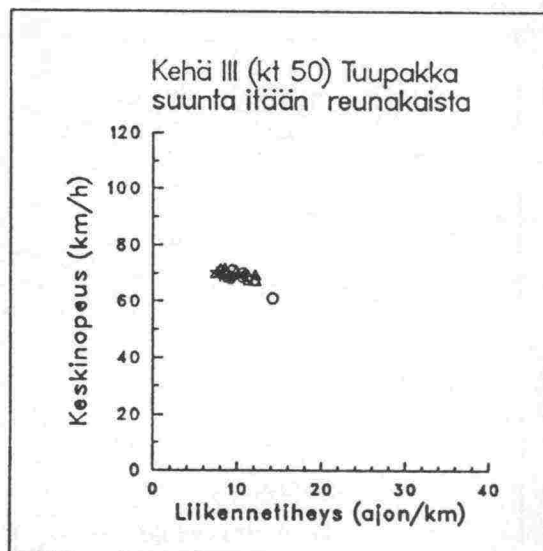
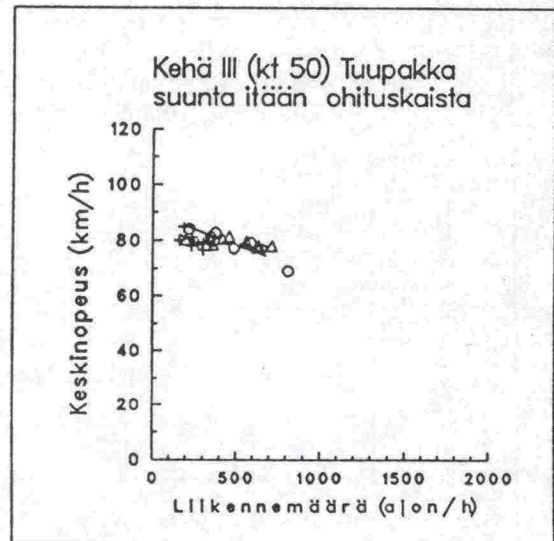
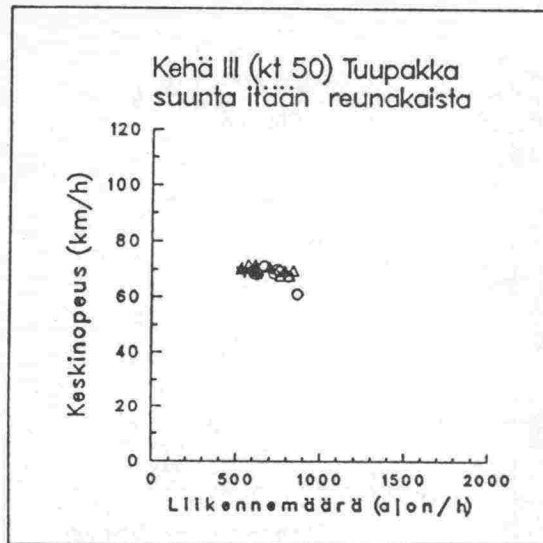
Nopeusrajoitus 70 km/h



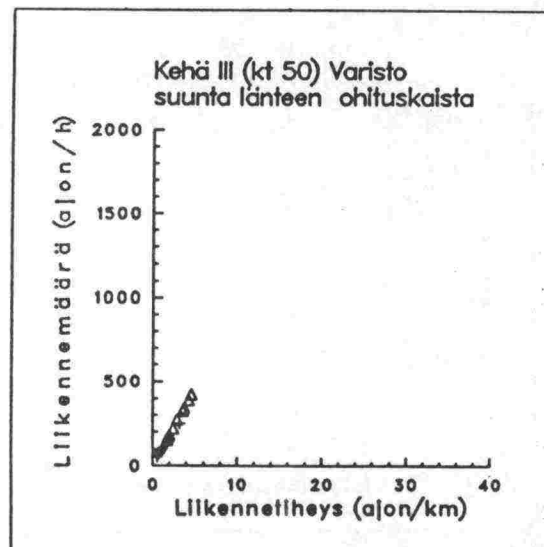
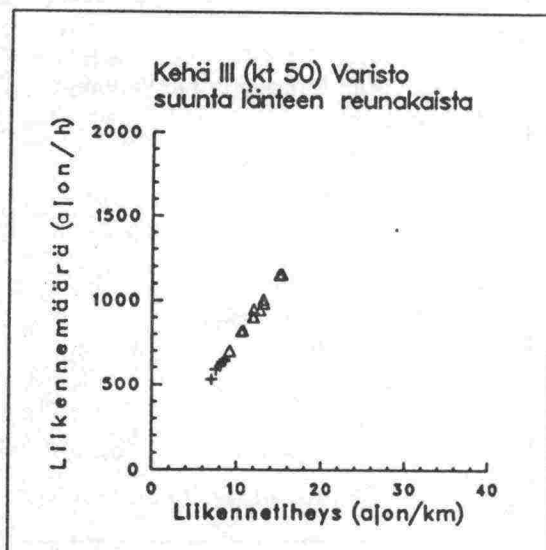
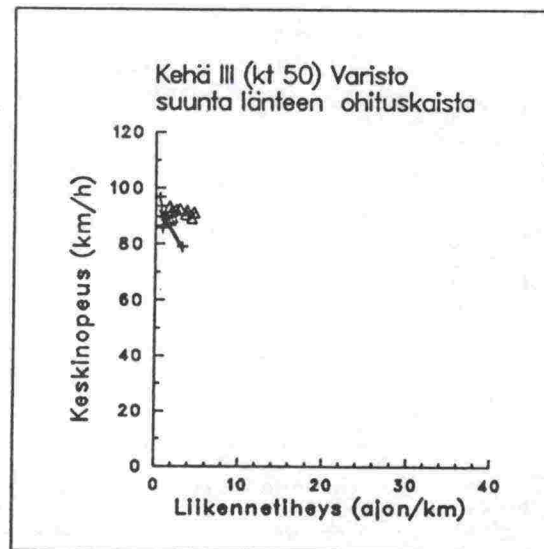
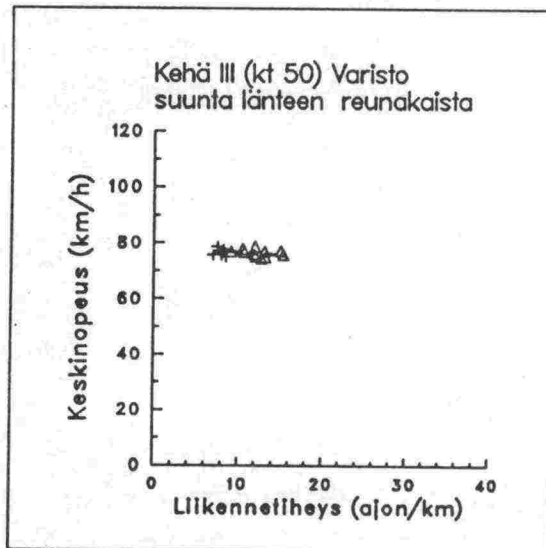
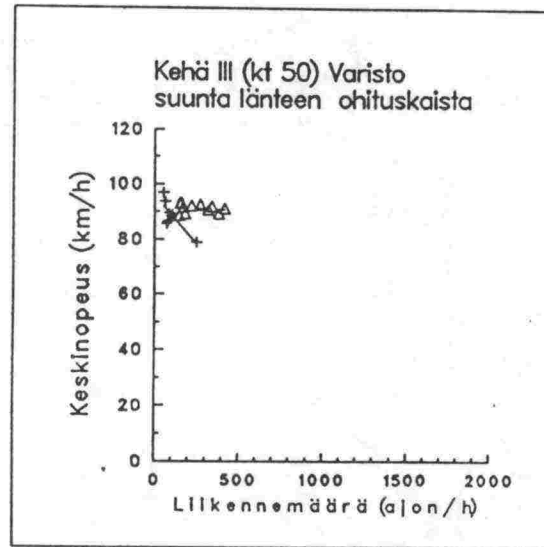
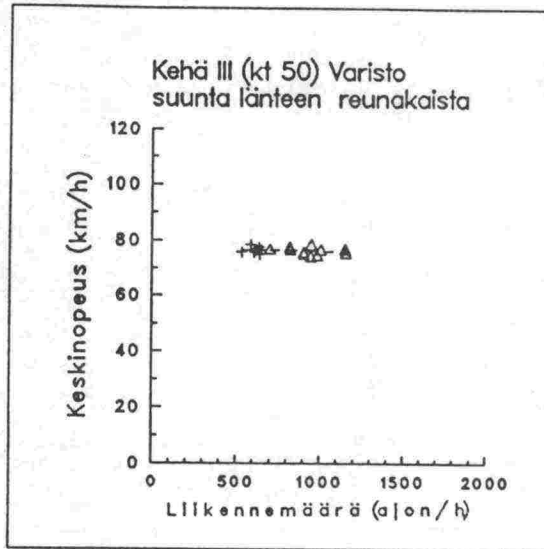
Nopeusrajoitus 80 km/h



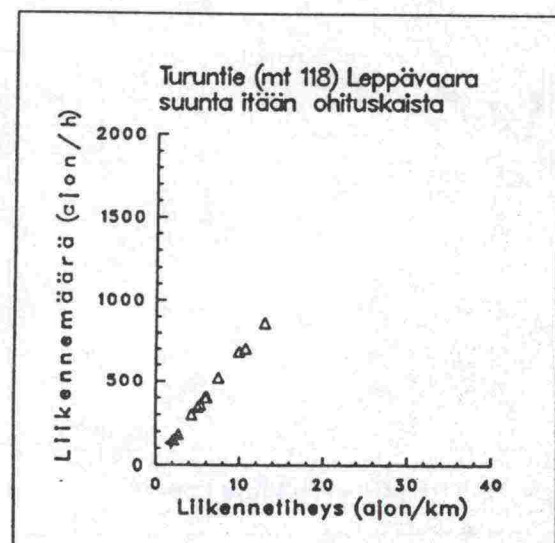
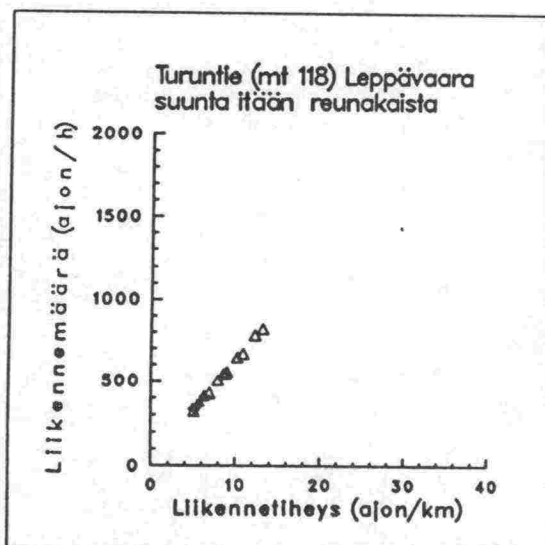
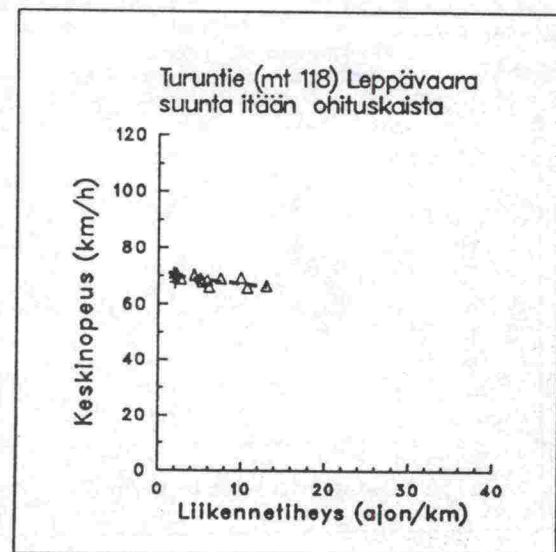
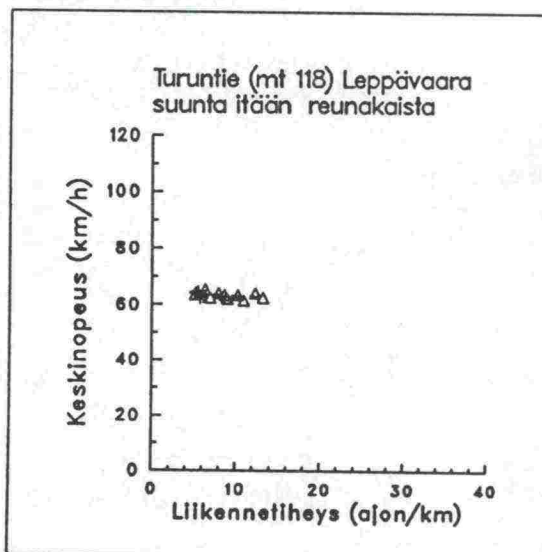
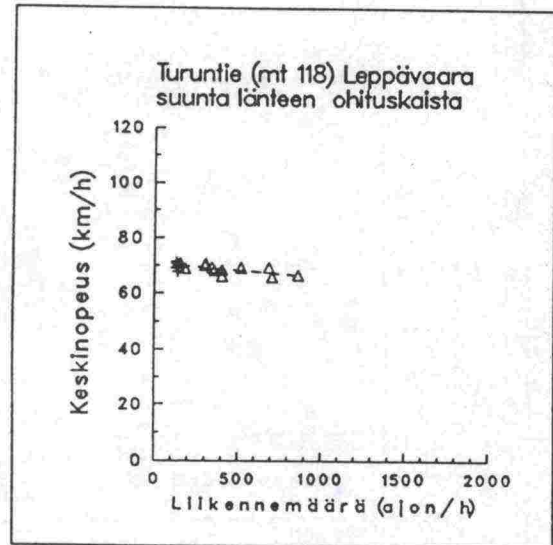
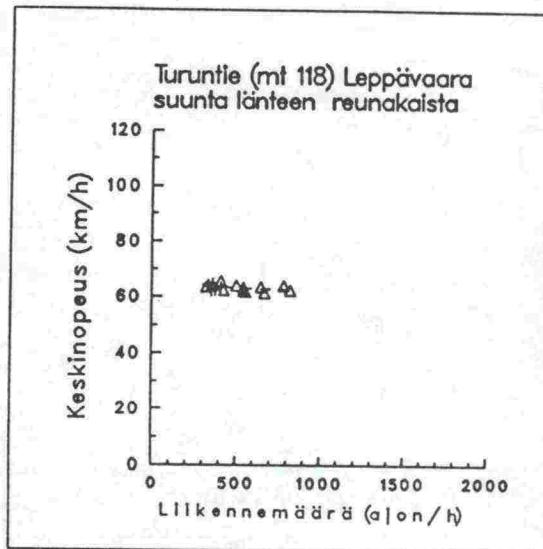
Nopeusrajoitus 70 km/h



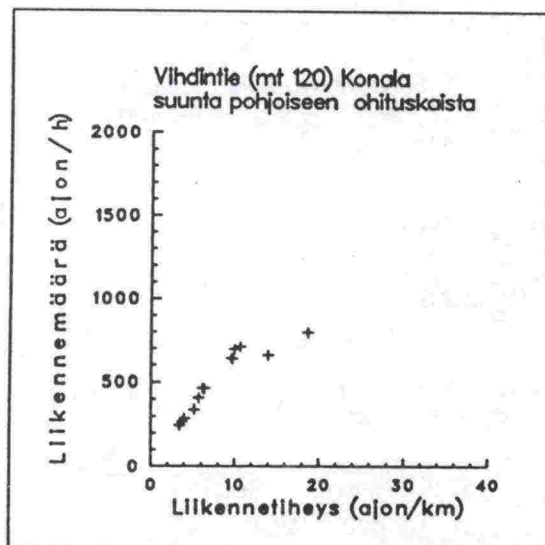
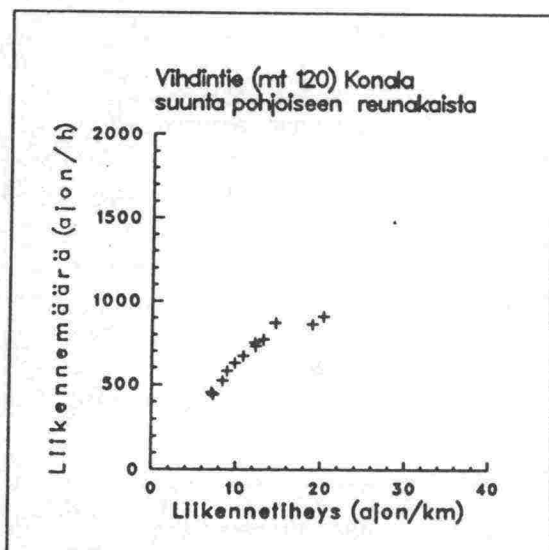
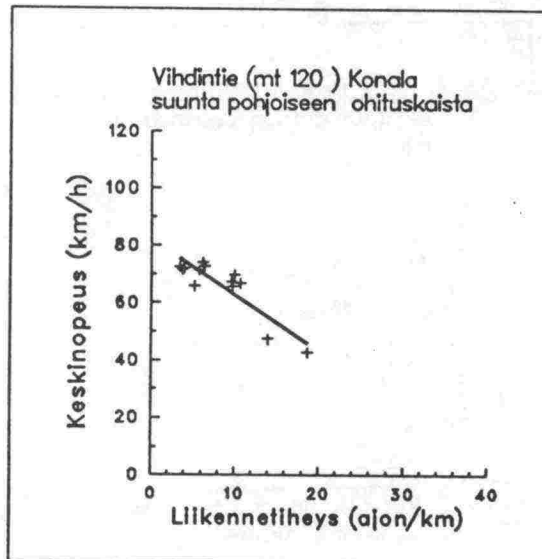
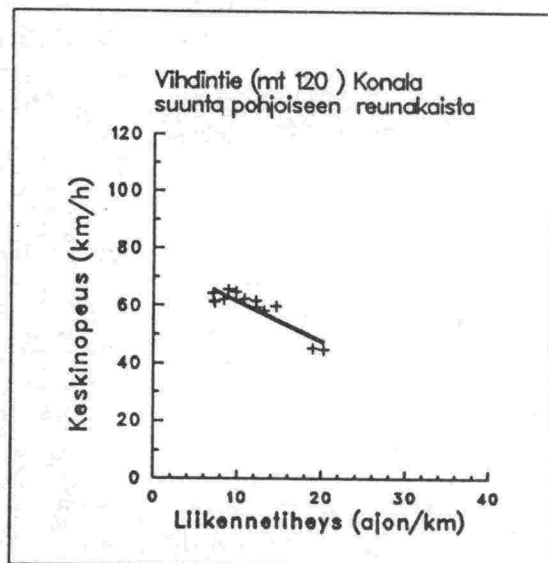
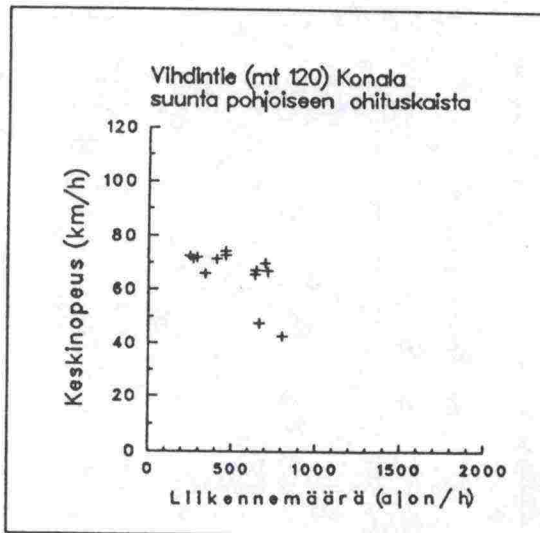
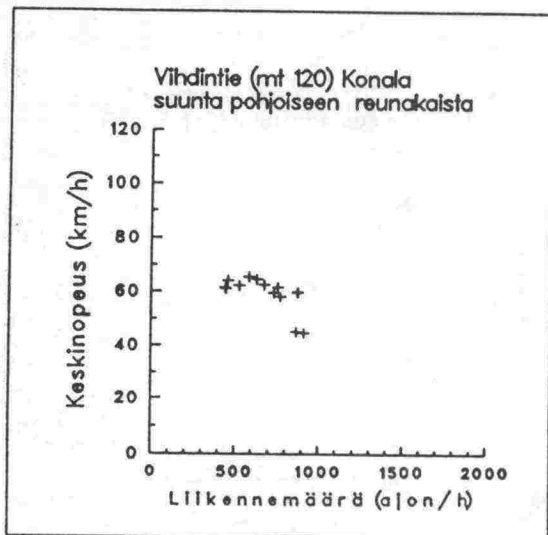
Nopeusrajoitus 80 km/h



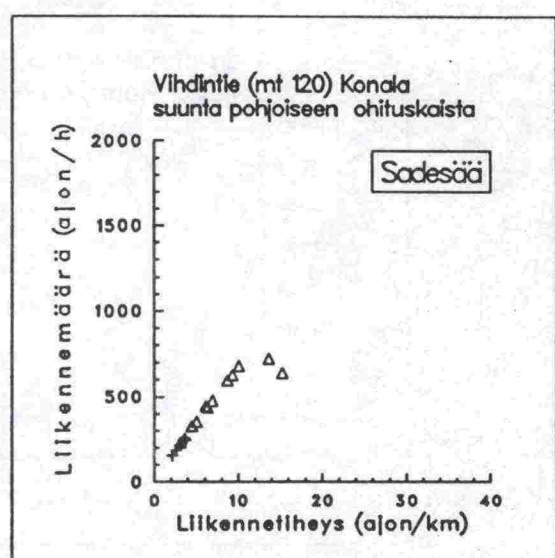
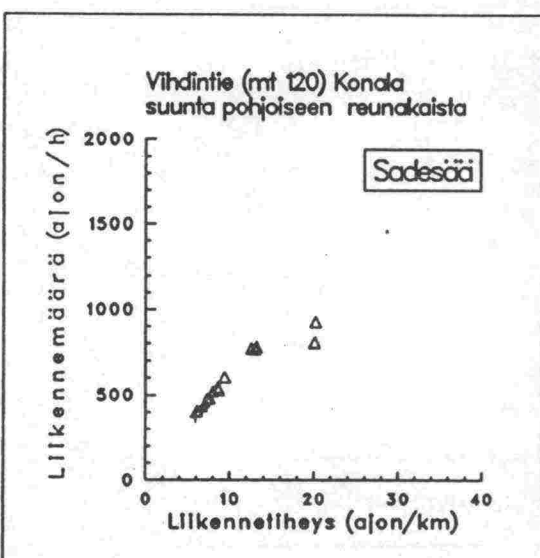
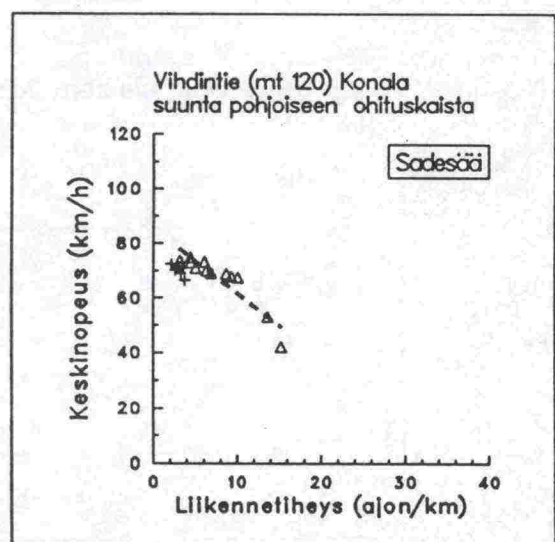
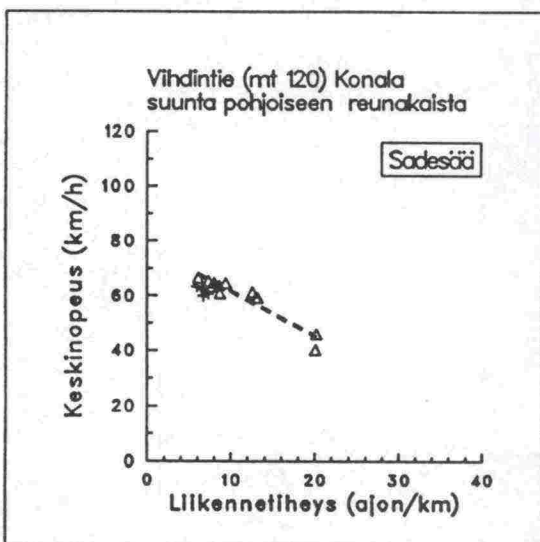
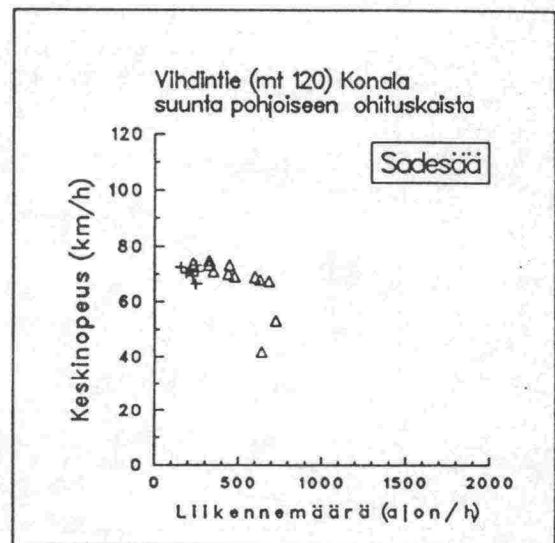
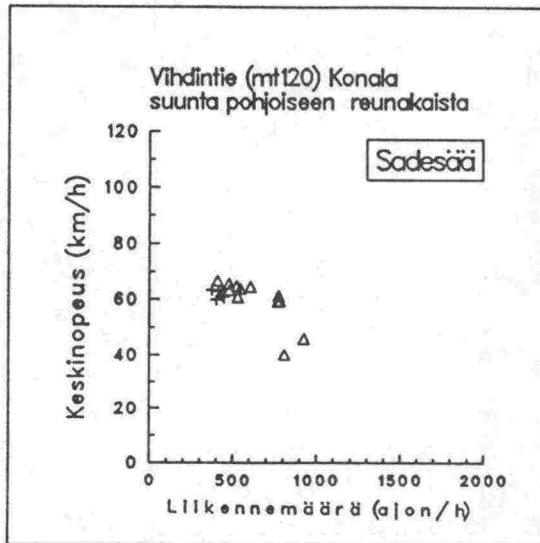
Nopeusrajoitus 60 km/h



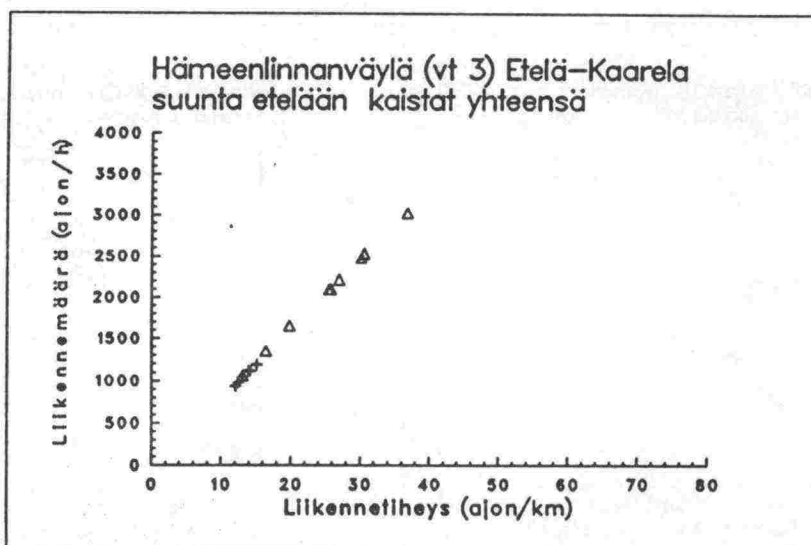
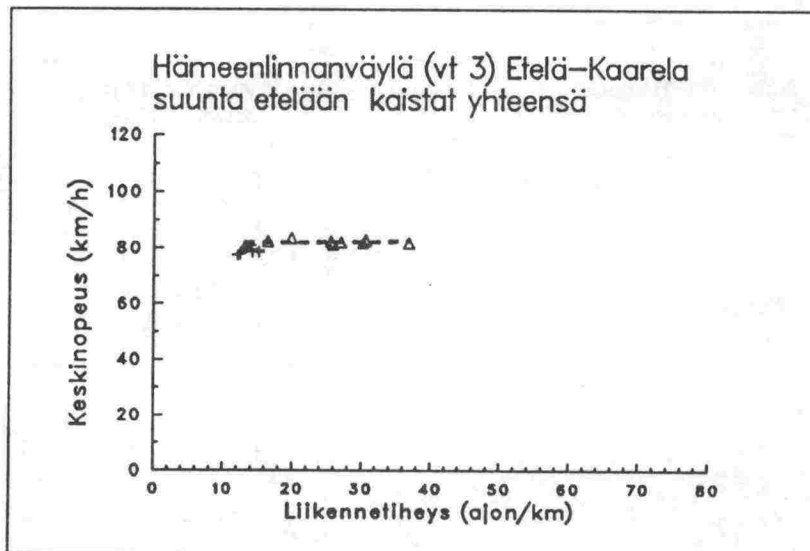
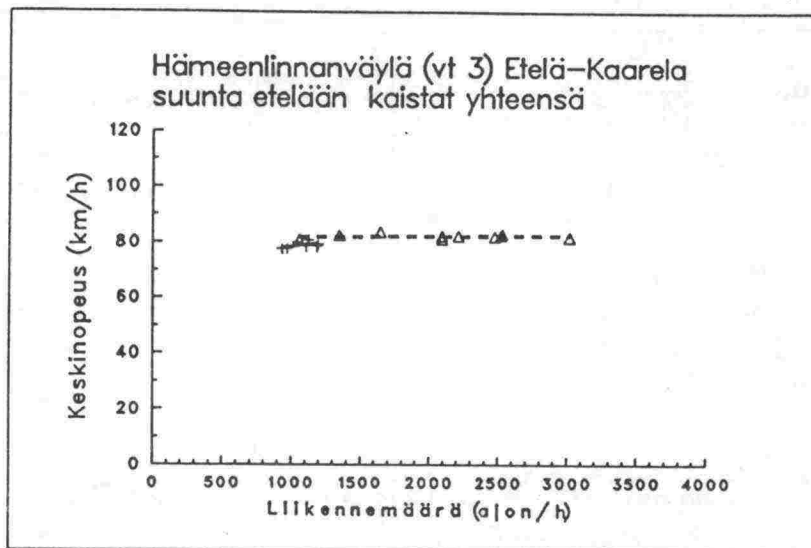
Nopeusrajoitus 70 km/h



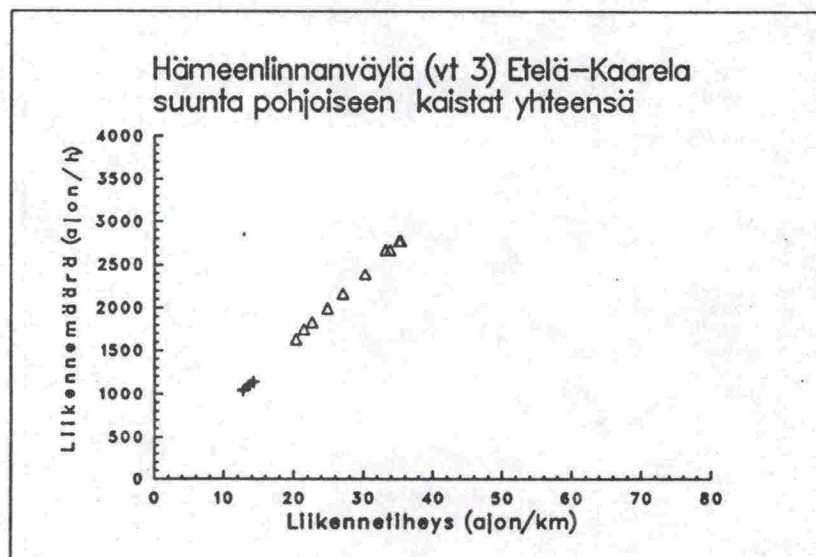
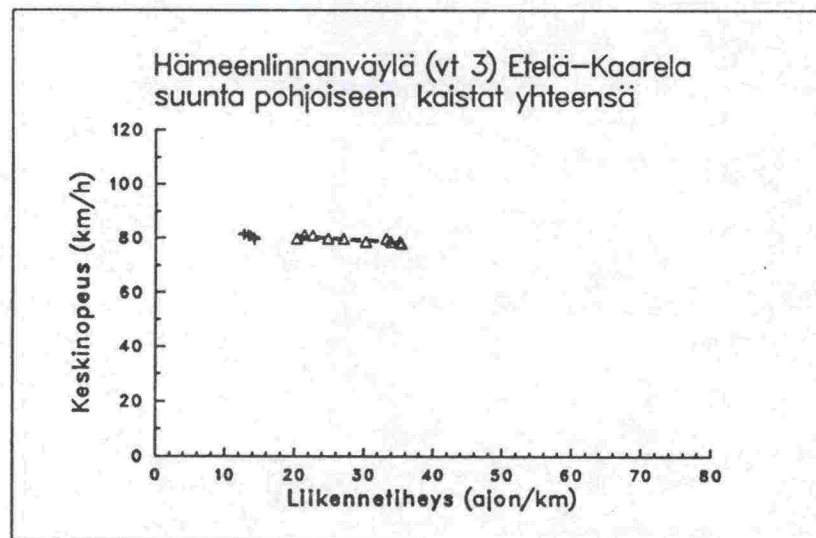
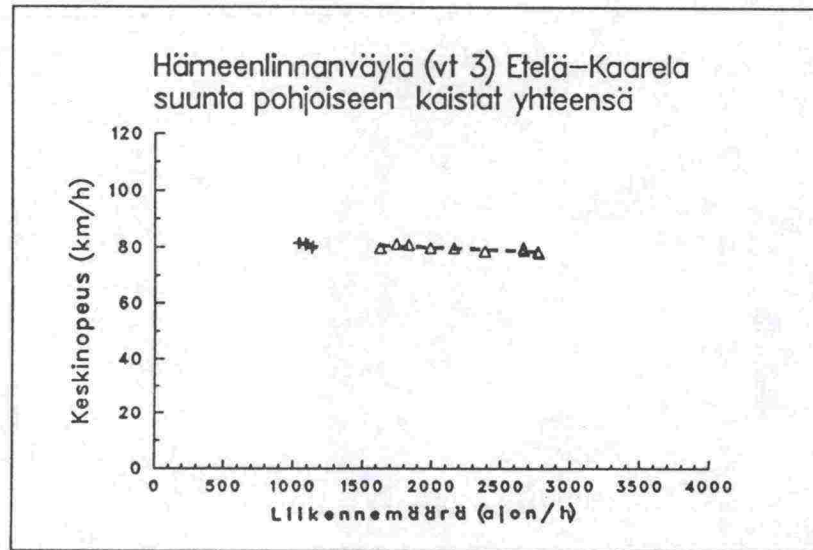
Nopeusrajoitus 70 km/h



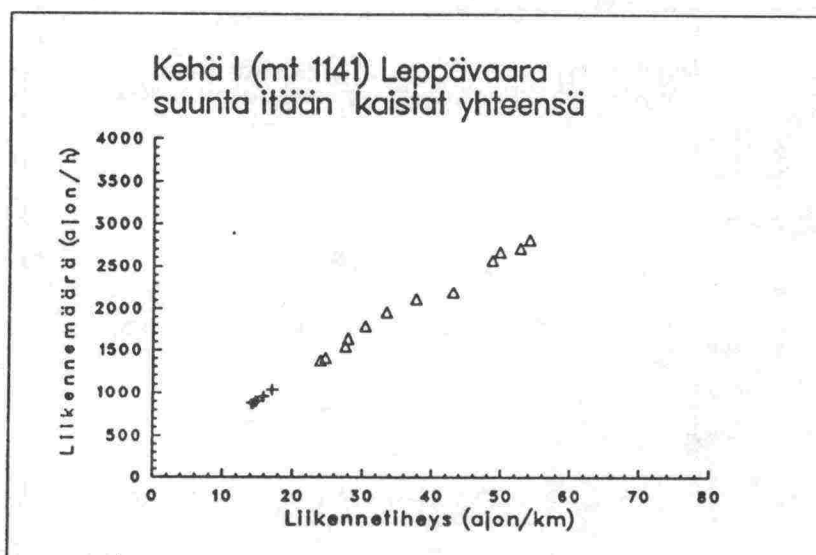
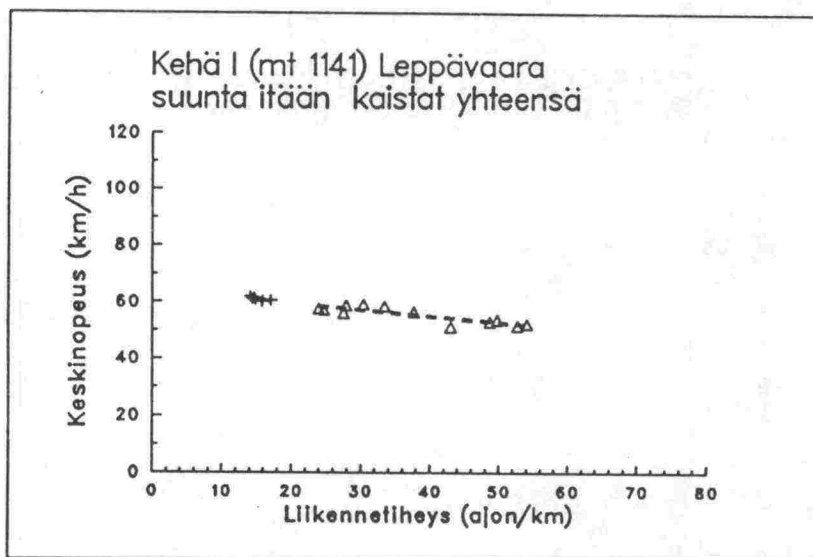
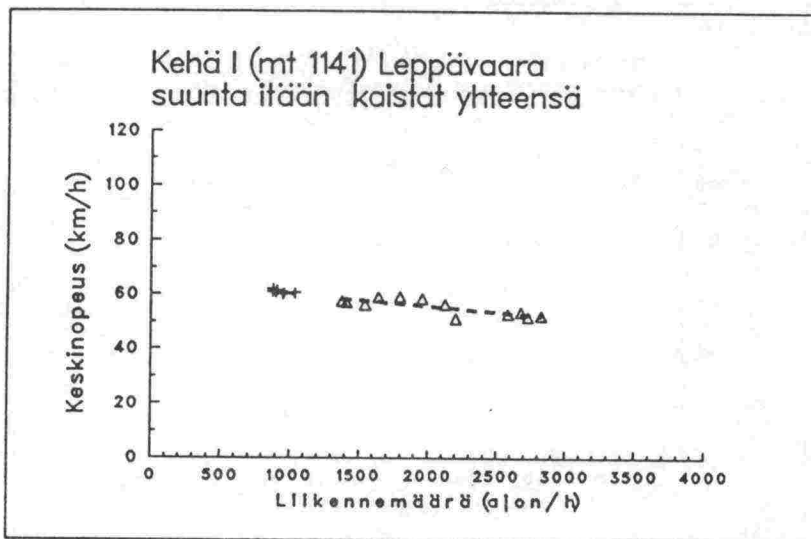
Nopeusrajoitus 80 km/h



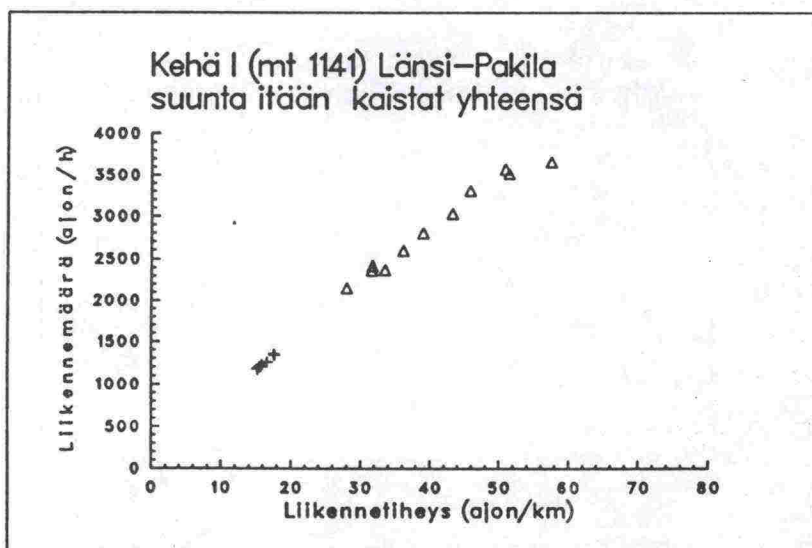
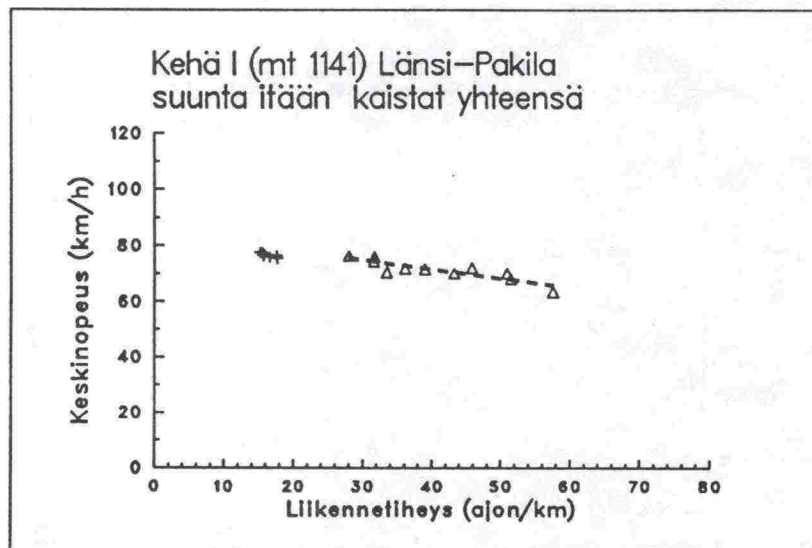
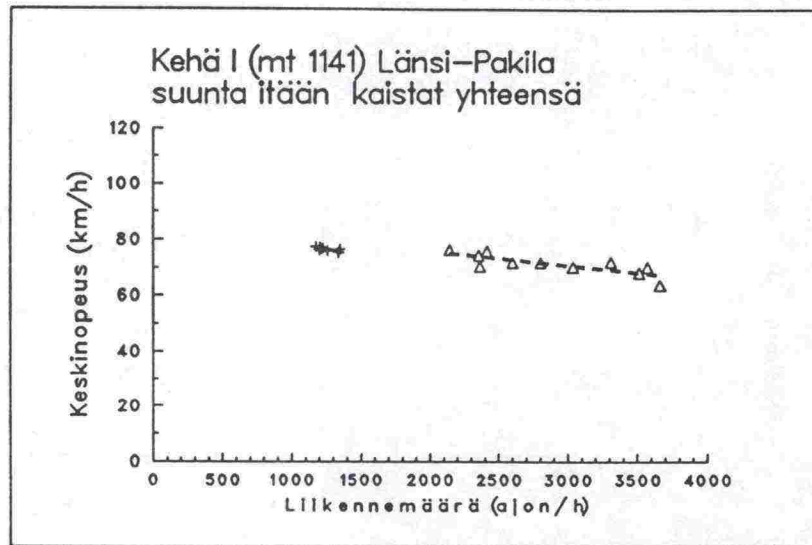
Nopeusrajoitus 80 km/h



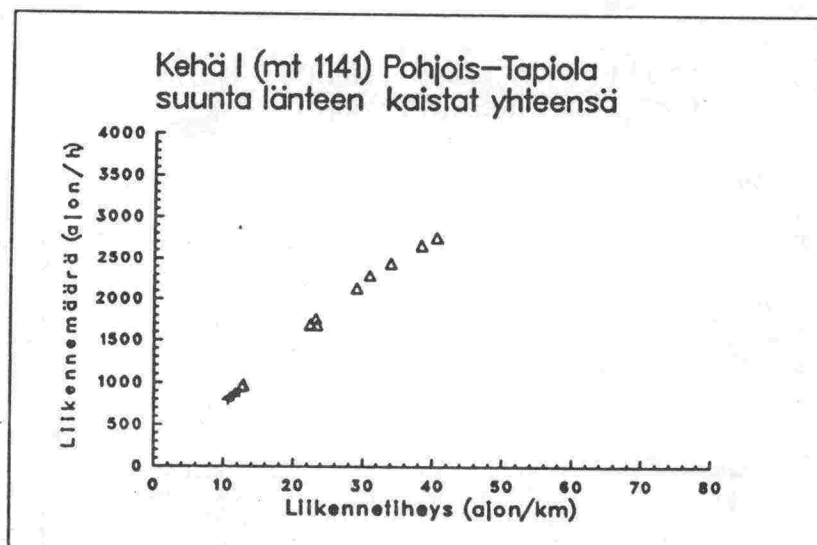
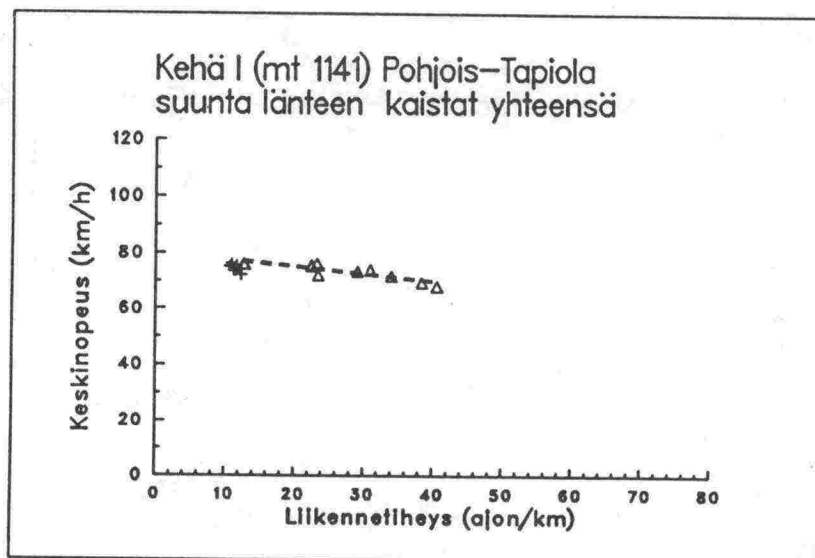
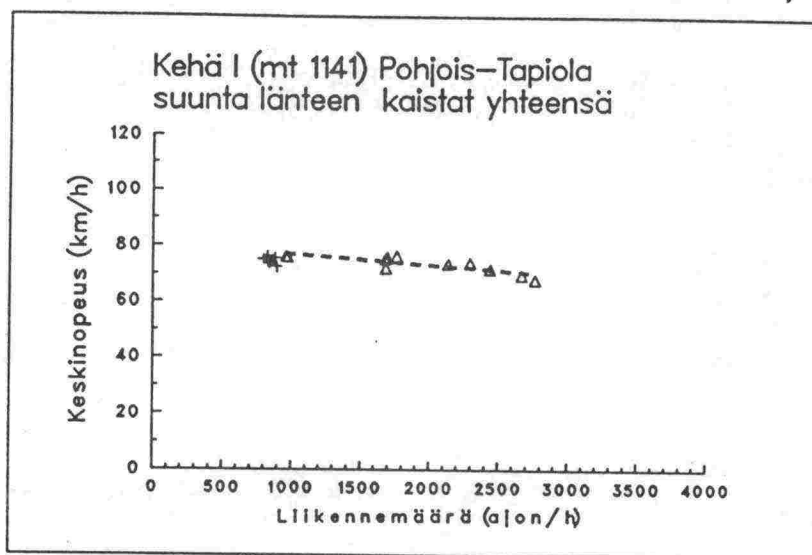
Nopeusrajoitus 60 km/h



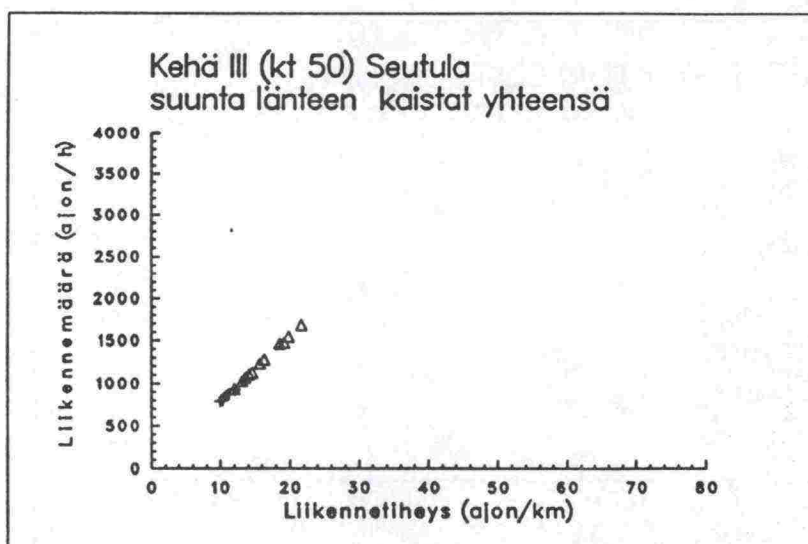
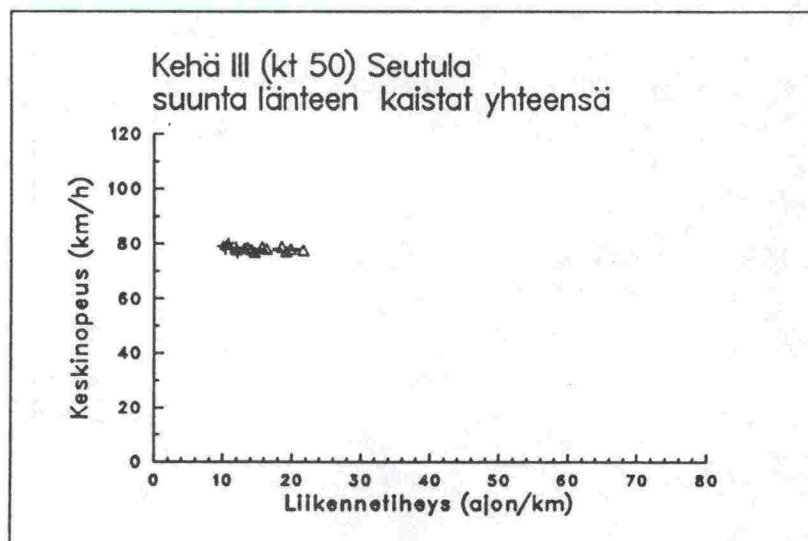
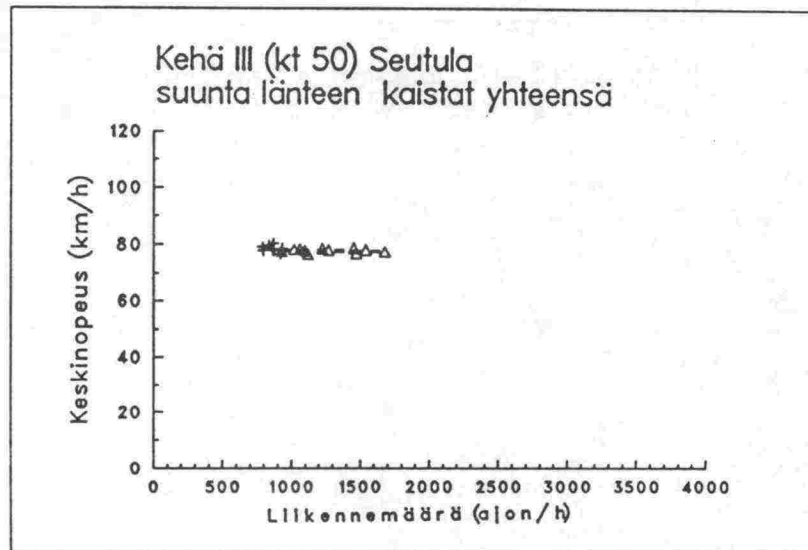
Nopeusrajoitus 80 km/h



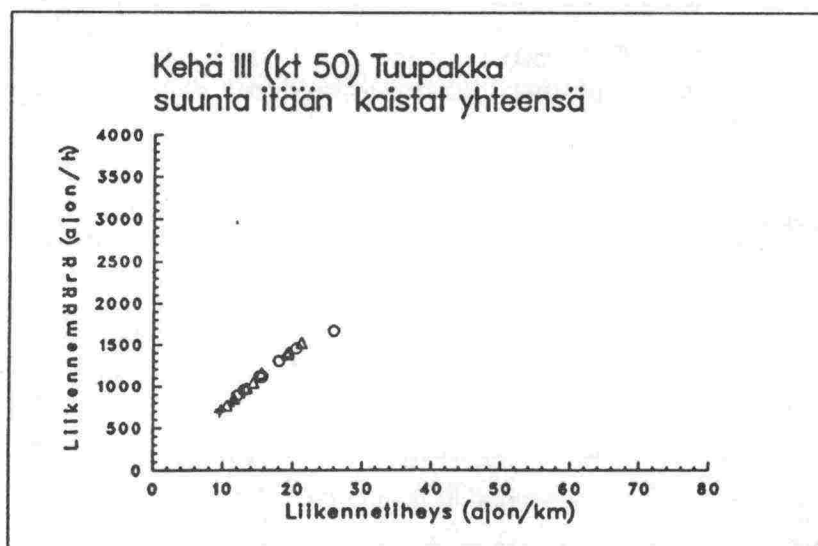
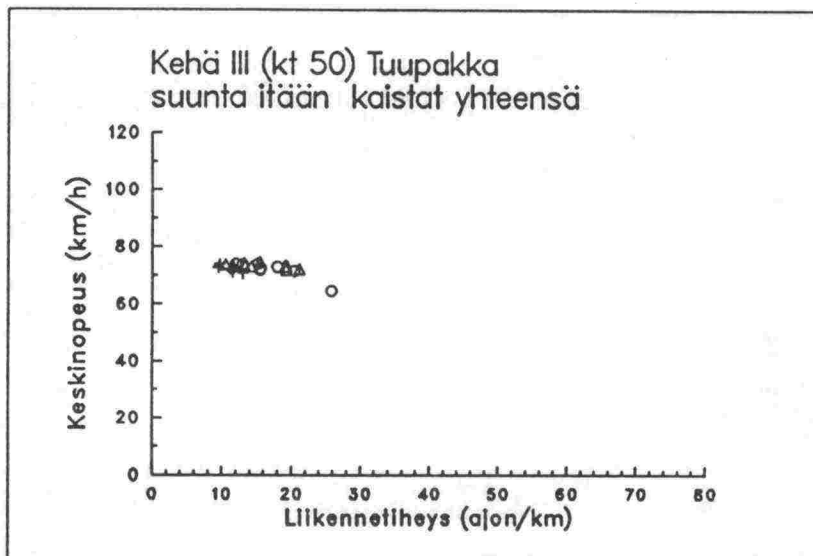
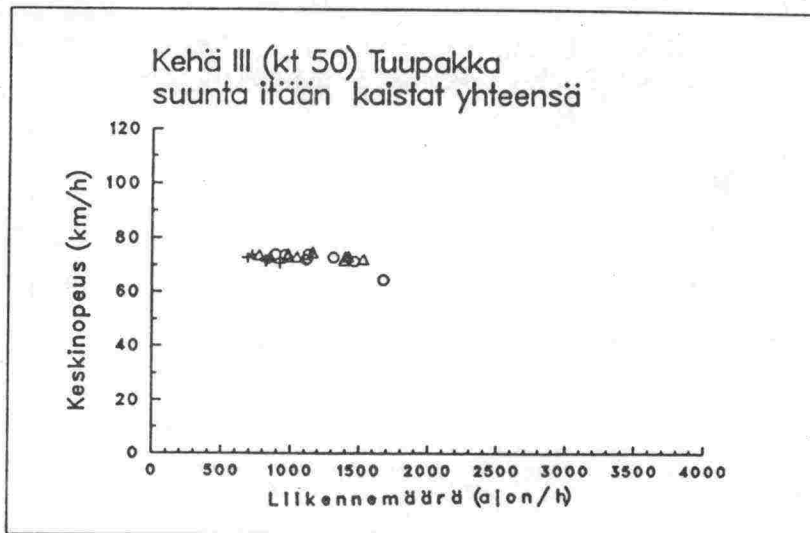
Nopeusrajoitus 70 km/h



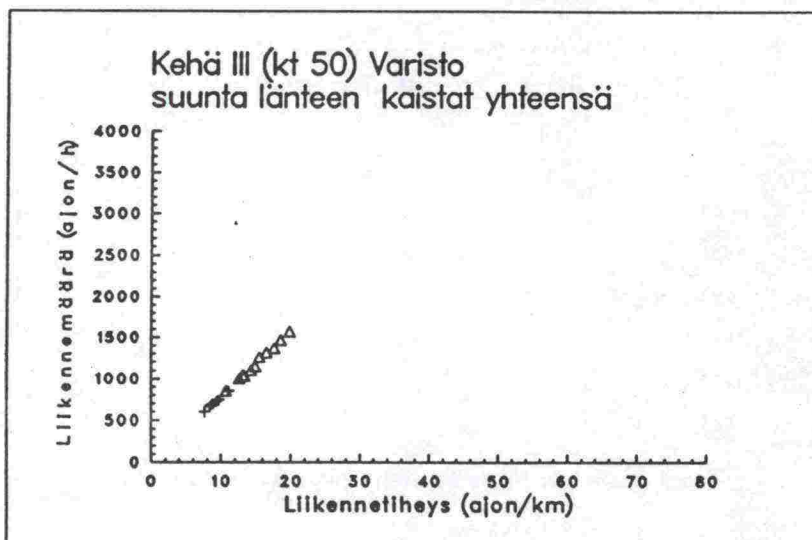
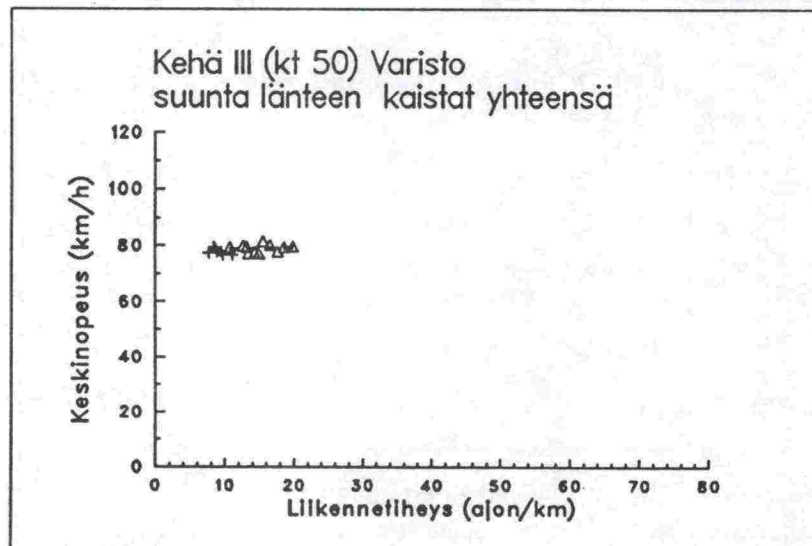
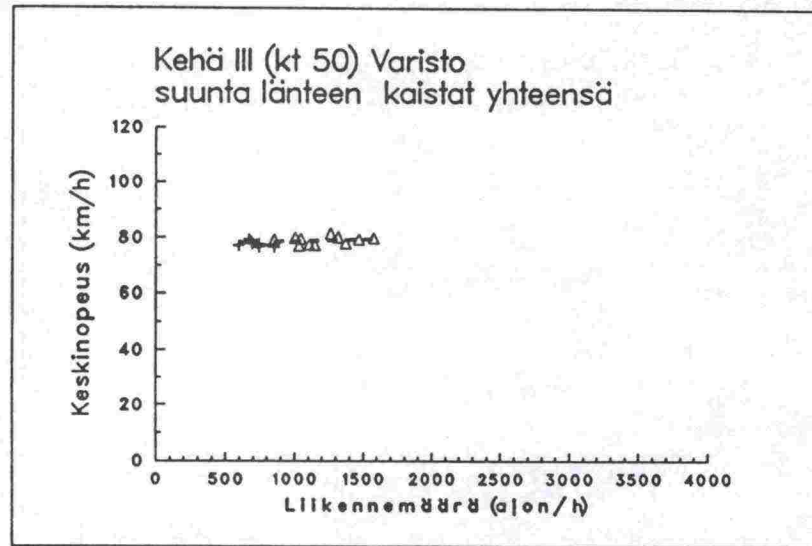
Nopeusrajoitus 80 km/h



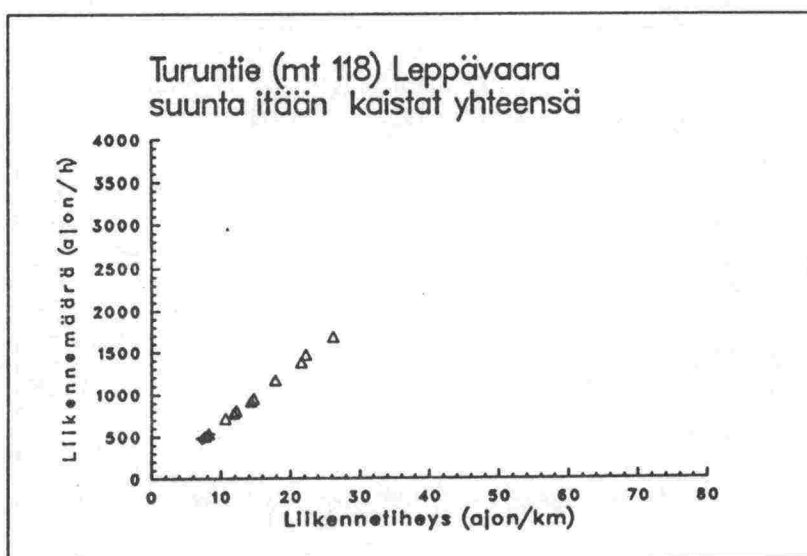
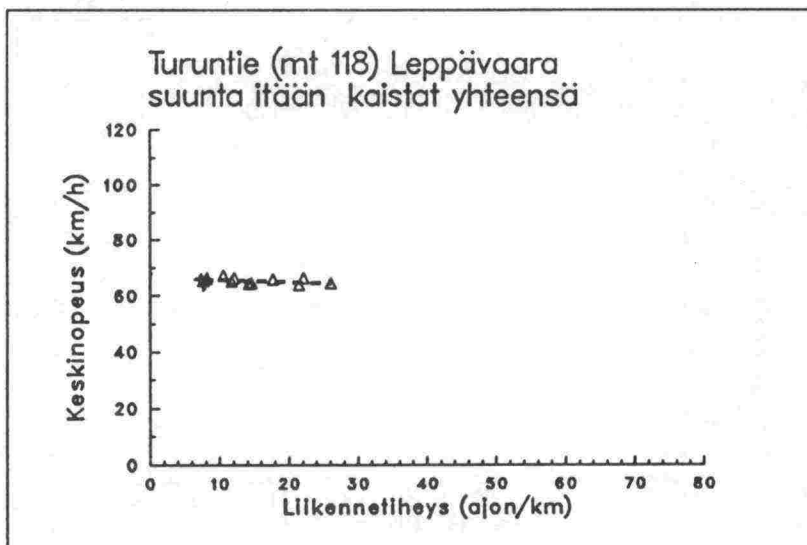
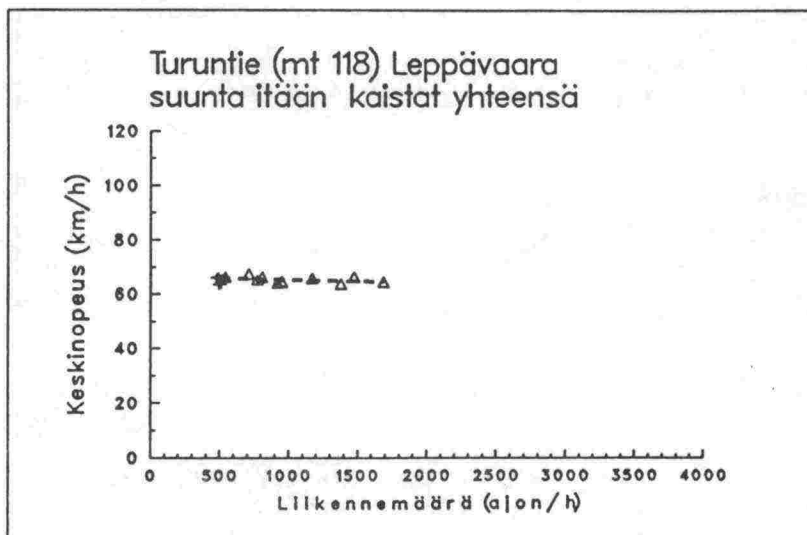
Nopeusrajoitus 70 km/h



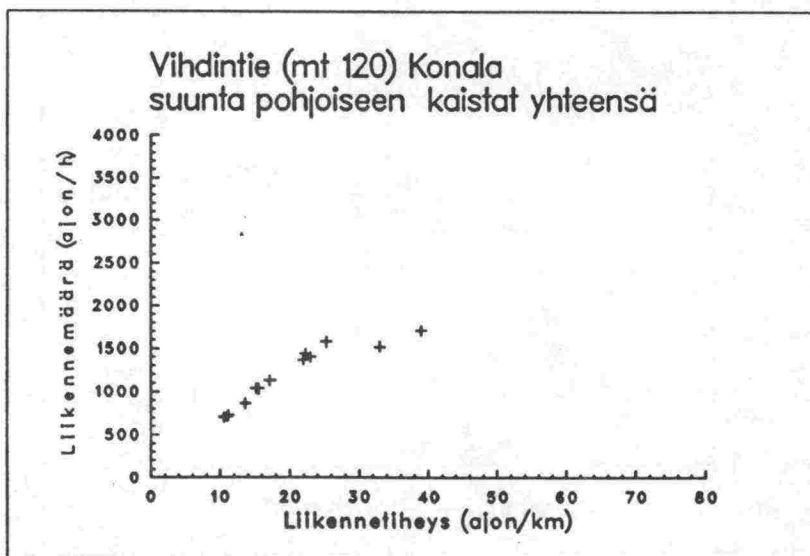
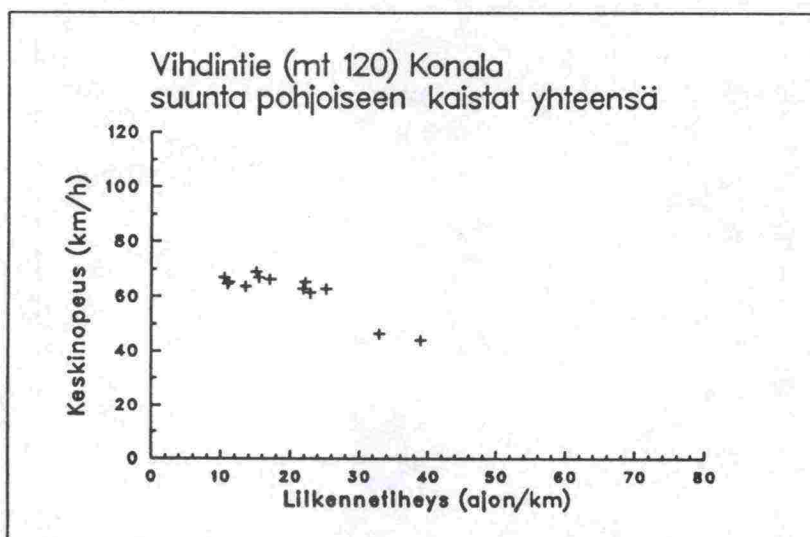
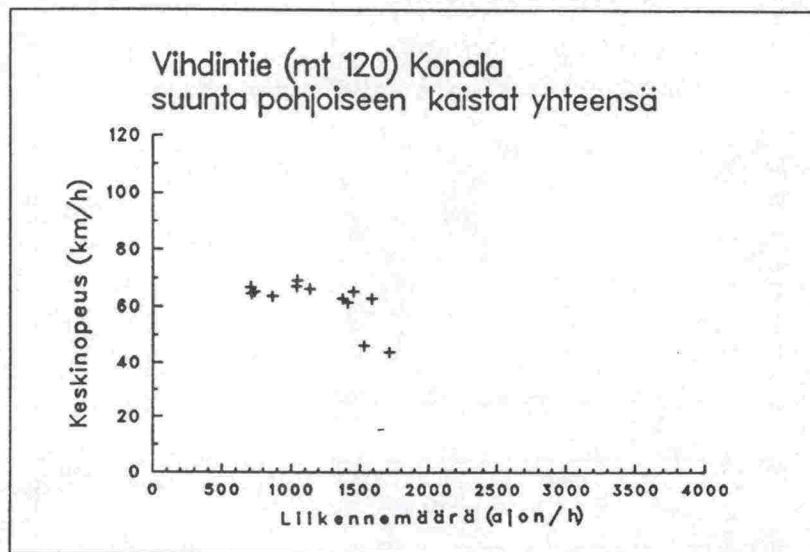
Nopeusrajoitus 80 km/h



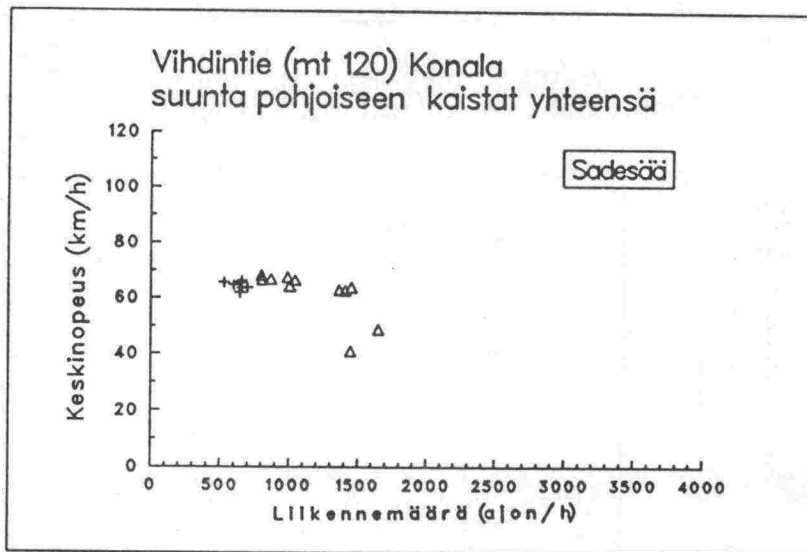
Nopeusrajoitus 60 km/h



Nopeusrajoitus 70 km/h



Nopeusrajoitus 70 km/h



Matkajakauman keskinopeuden (v_s) ja liikennemäärän tuntiaron (q) riippuvai-
suuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluarvo. Regressiomalli
 $v_s = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihteluarvo
					Vakio	Kerroin	R ²	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	76,000	0,0012	0,0690	768 - 1 609
				ohitus	90,837	-0,0007	0,0405	164 - 1 412
				yhteensä	77,547	0,0020	0,5007	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	86,298	-0,0083	0,8555	825 - 1 510
				ohitus	91,872	-0,0044	0,6284	157 - 1 322
				yhteensä	82,537	-0,0014	0,6579	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	65,588	-0,0117	0,7925	492 - 1 353
				ohitus	65,983	-0,0080	0,7957	364 - 1 481
				yhteensä	65,143	-0,0046	0,8336	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	81,919	-0,0090	0,7144	840 - 1 859
				ohitus	89,050	-0,0095	0,8777	301 - 1 838
				yhteensä	81,536	-0,0036	0,7777	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	75,846	-0,0055	0,4455	593 - 1 348
				ohitus	86,231	-0,0090	0,7729	171 - 1 416
				yhteensä	77,003	-0,0020	0,3949	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	78,637	-0,0032	0,2247	644 - 1 239
				ohitus	91,596	-0,0130	0,5417	88 - 446
				yhteensä	79,331	-0,0010	0,0923	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	76,009	-0,0104	0,2925	582 - 865
				ohitus	83,487	0,0105	0,4038	160 - 811
				yhteensä	75,668	-0,0030	0,1991	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	77,273	-0,0010	0,0264	532 - 1 157
				ohitus	90,509	-0,0016	0,0022	52 - 421
				yhteensä	76,611	0,0019	0,1739	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	64,607	-0,0026	0,1353	322 - 824
				ohitus	70,474	-0,0046	0,4038	127 - 864
				yhteensä	65,755	-0,0006	0,0454	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	66,435	-0,0071	0,1718	443 - 722
				ohitus	73,981	-0,0083	0,2054	248 - 697
				yhteensä	68,293	-0,0029	0,1426	704 - 1 451

Matkajakauman keskinopeuden (v_s) ja liikennetiheyden (d) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluarvo. Regressiomalli $v_s = \text{vakio} + \text{kerroin} * d$.

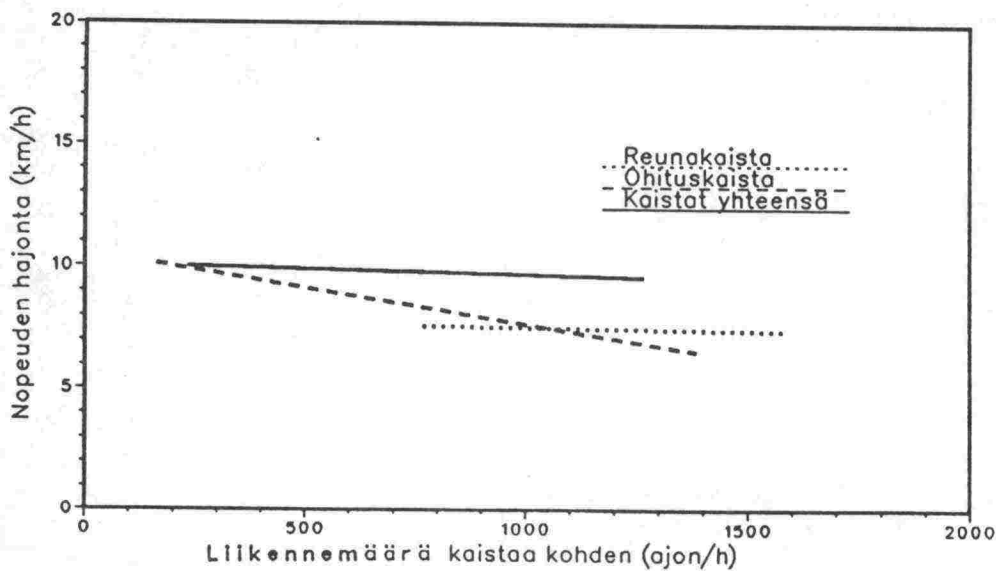
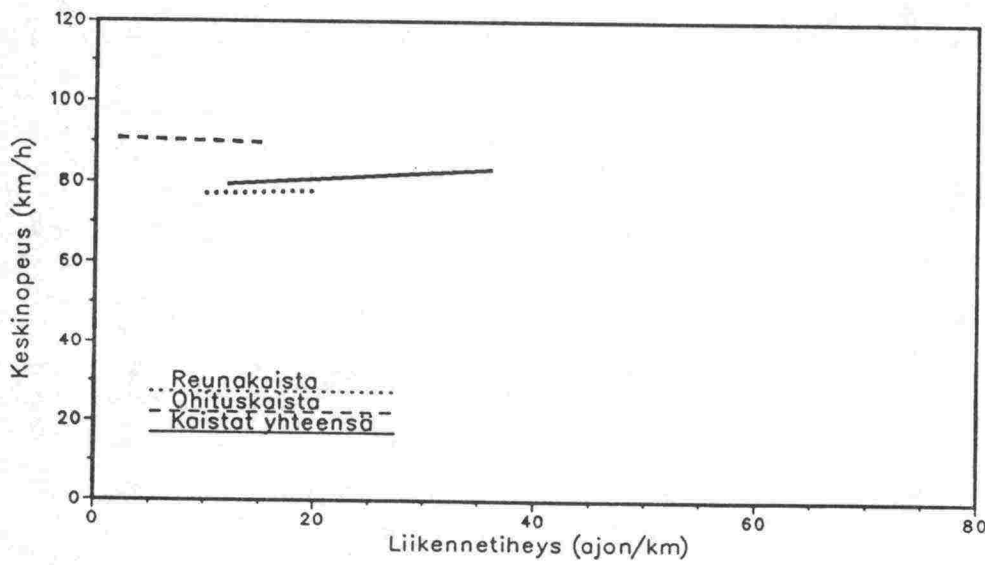
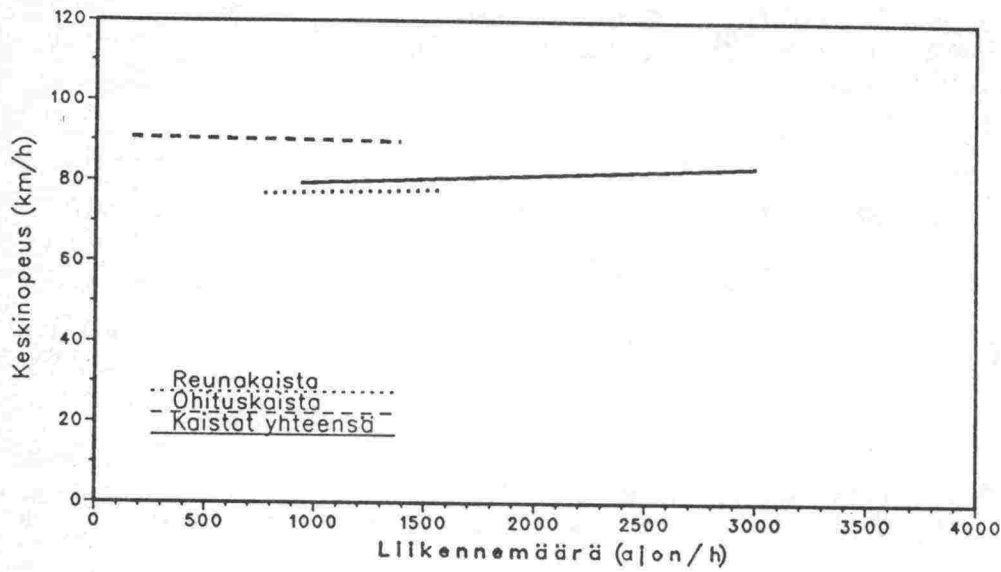
Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikenne- tiheyden vaihteluarvo
					Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	76,278	0,0769	0,0427	10,2 - 20,7
				ohitus	90,878	-0,0737	0,0497	1,8 - 16,1
				yhteensä	77,532	0,1607	0,4701	12,1 - 36,9
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	85,457	-0,5770	0,8926	10,7 - 20,7
				ohitus	91,832	-0,3775	0,6461	1,7 - 15,4
				yhteensä	82,506	-0,1068	0,6787	12,7 - 35,5
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	64,430	-0,5640	0,8518	8,1 - 26,3
				ohitus	65,505	-0,4280	0,8485	5,9 - 27,8
				yhteensä	64,395	-0,2346	0,8767	14,1 - 54,1
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	80,762	-0,5830	0,8048	11,4 - 29,9
				ohitus	88,451	-0,6750	0,9273	3,5 - 27,7
				yhteensä	81,012	-0,2441	0,8459	15,2 - 57,6
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	75,870	-0,3900	0,5324	8,3 - 20,7
				ohitus	85,988	-0,6684	0,8125	2,0 - 19,9
				yhteensä	77,059	-0,1527	0,4611	10,6 - 40,6
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	78,844	-0,2620	0,2783	8,3 - 16,5
				ohitus	91,571	-1,1300	0,5725	1,0 - 5,2
				yhteensä	79,462	-0,0890	0,1181	10,0 - 21,7
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	76,718	-0,7900	0,4646	7,5 - 14,2
				ohitus	83,586	-0,8390	0,4916	2,0 - 11,8
				yhteensä	76,173	-0,2530	0,3061	9,5 - 25,9
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	77,578	-0,1080	0,0508	7,0 - 15,3
				ohitus	90,965	-0,3580	0,0147	0,5 - 4,6
				yhteensä	76,800	0,1350	0,1341	7,7 - 19,8
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	64,744	-0,1830	0,1742	5,1 - 13,2
				ohitus	70,478	-0,3140	0,4304	1,8 - 13,0
				yhteensä	65,819	-0,0440	0,0595	7,2 - 26,2
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	65,278	-0,5290	0,2925	7,1 - 13,2
				ohitus	74,454	-0,6540	0,3004	3,4 - 10,0
				yhteensä	68,907	-0,2260	0,2342	10,5 - 23,0

Nopeuden aikajakauman hajonnan (σ_{v_s}) ja liikennemäärän tuntiarvon (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluvuote. Regressiomalli $Q_{v_s} = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihtelu-alue
					Vakio	Kerroin	R ²	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	7,738	-0,0002	0,0055	768 - 1 609
				ohitus	10,577	-0,0029	0,2432	164 - 1 412
				yhteensä	10,103	-0,0002	0,0225	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	7,804	-0,0005	0,0238	825 - 1 510
				ohitus	11,093	-0,0032	0,4080	157 - 1 322
				yhteensä	9,430	0,00013	0,0157	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	9,822	-0,0021	0,2626	492 - 1 353
				ohitus	10,608	-0,0026	0,5602	364 - 1 481
				yhteensä	10,292	-0,0011	0,5108	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	6,116	0,0014	0,1082	840 - 1 859
				ohitus	6,991	0,0010	0,1136	301 - 1 838
				yhteensä	8,578	0,0003	0,0550	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	7,653	-0,0004	0,0186	593 - 1 348
				ohitus	10,321	-0,0026	0,5811	171 - 1 416
				yhteensä	10,532	-0,0010	0,5738	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	7,669	0,00001	0,0000	644 - 1 239
				ohitus	11,640	-0,0087	0,2619	88 - 446
				yhteensä	10,148	-0,0006	0,0475	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	6,223	0,0028	0,0638	582 - 865
				ohitus	9,517	-0,0011	0,0131	160 - 811
				yhteensä	8,789	0,0009	0,0498	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	8,381	-0,0003	0,0113	532 - 1 157
				ohitus	13,792	-0,0147	0,1151	52 - 421
				yhteensä	9,409	0,0007	0,0674	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	7,507	-0,0027	0,2824	322 - 824
				ohitus	8,484	-0,0029	0,3412	127 - 864
				yhteensä	8,219	-0,0012	0,4126	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	11,190	-0,0026	0,1640	443 - 722
				ohitus	8,526	-0,0001	0,0002	248 - 697
				yhteensä	10,959	-0,0010	0,1739	704 - 1 451

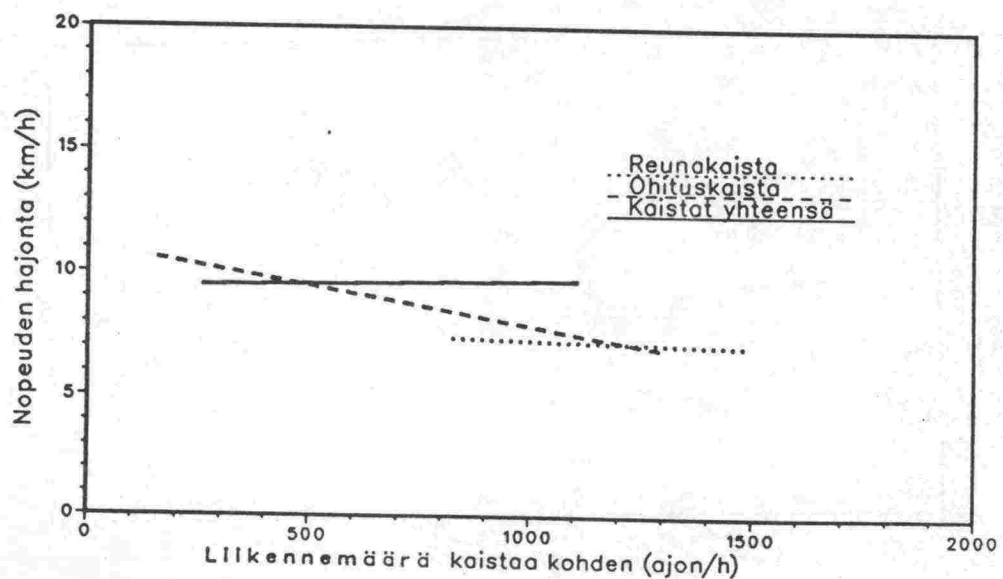
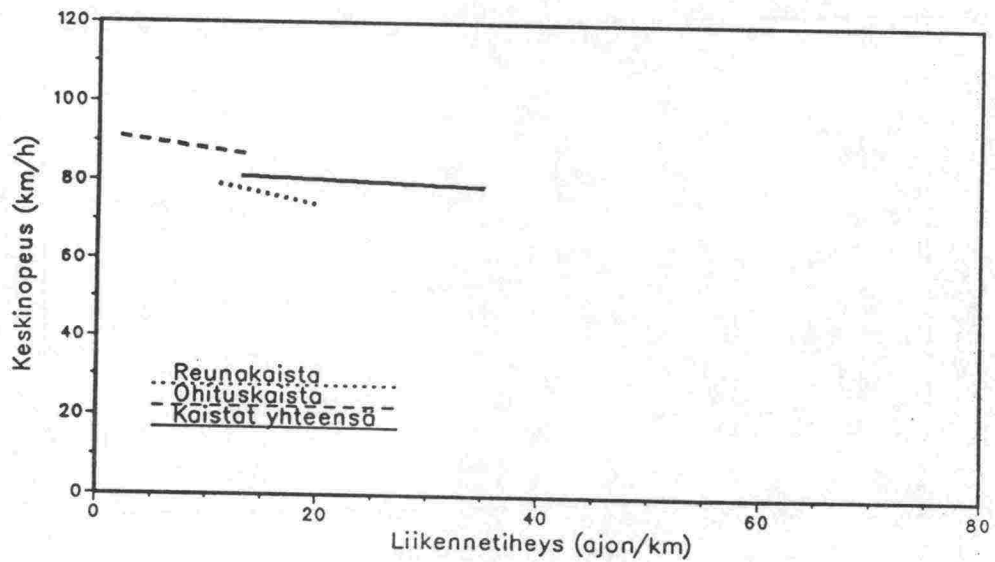
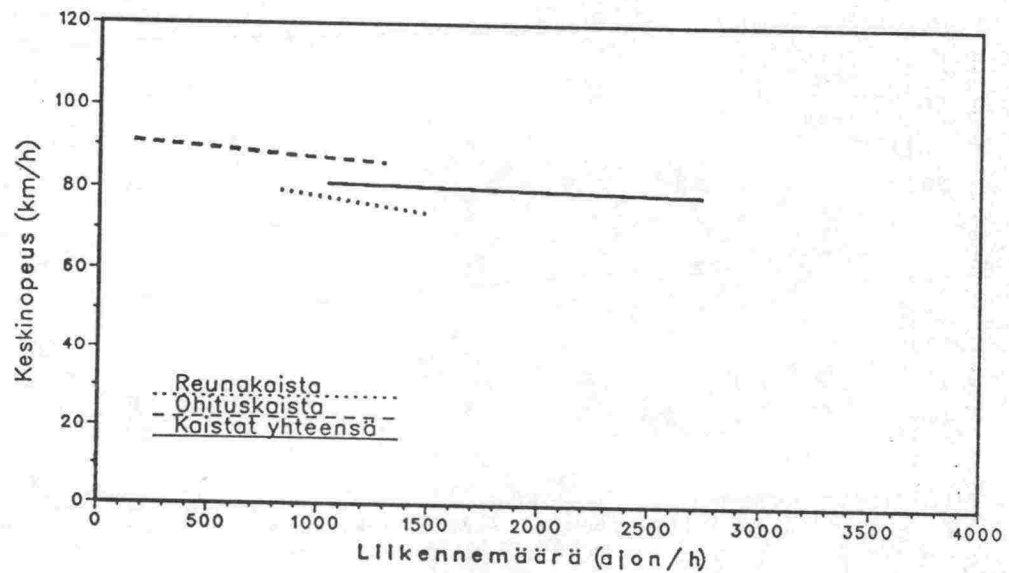
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela etelään

80



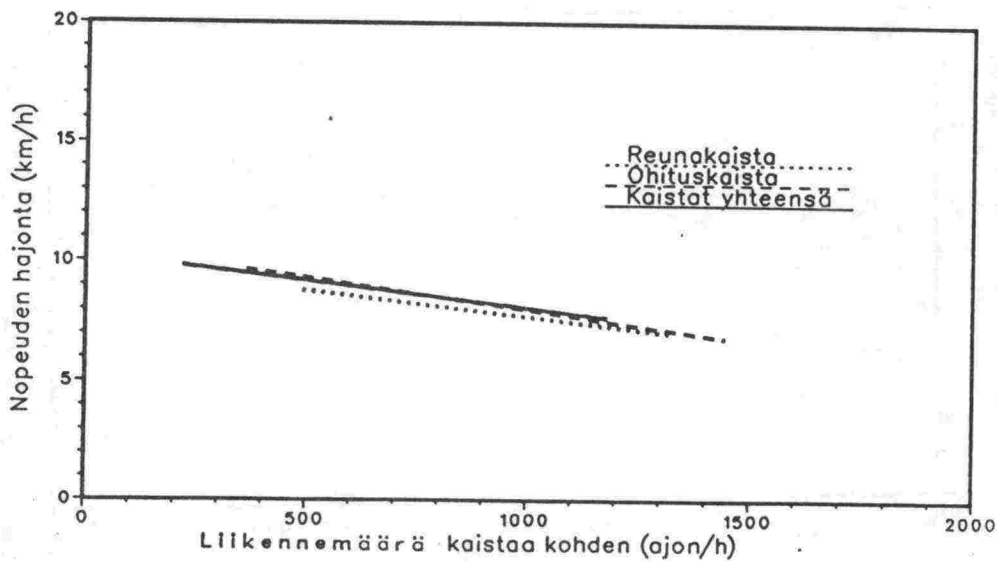
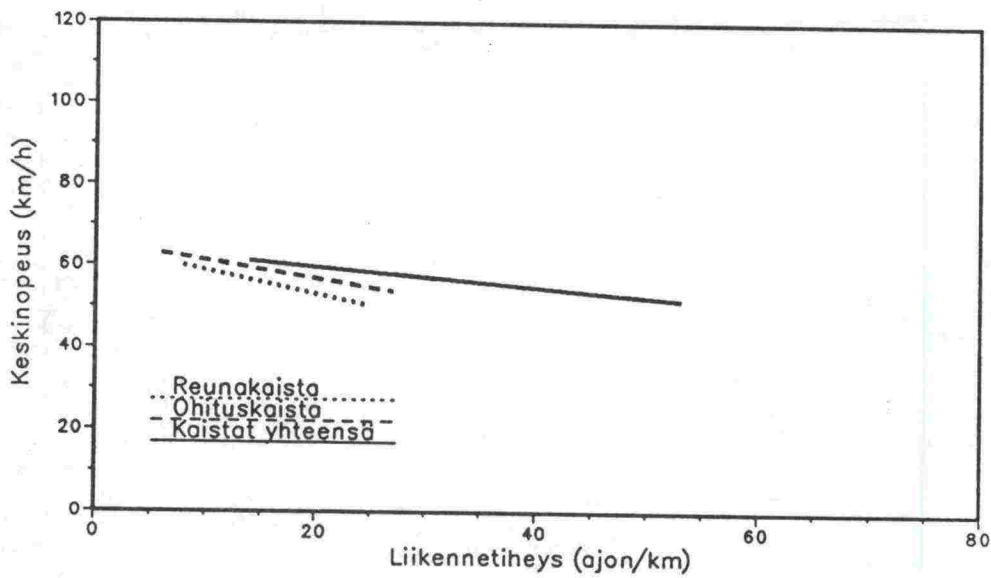
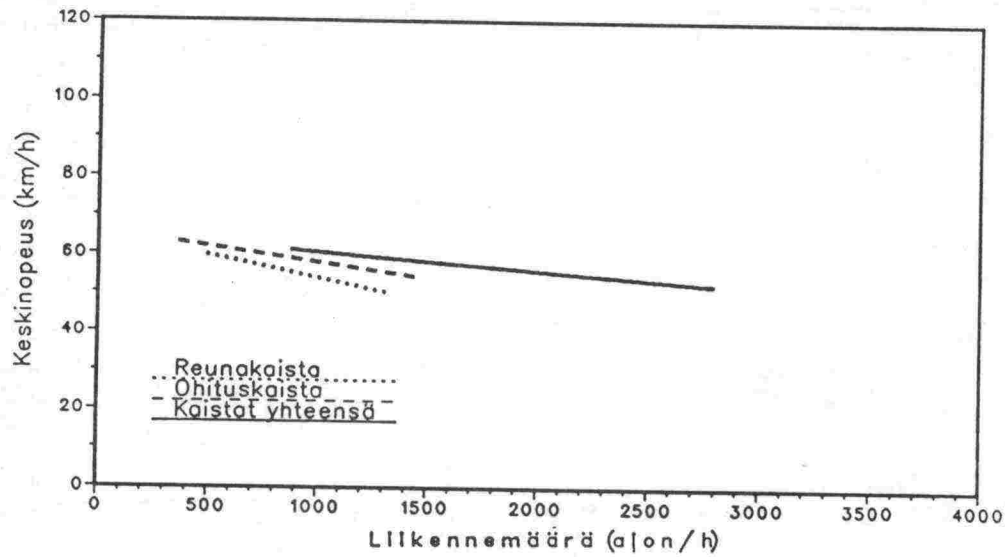
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela pohjoiseen

80



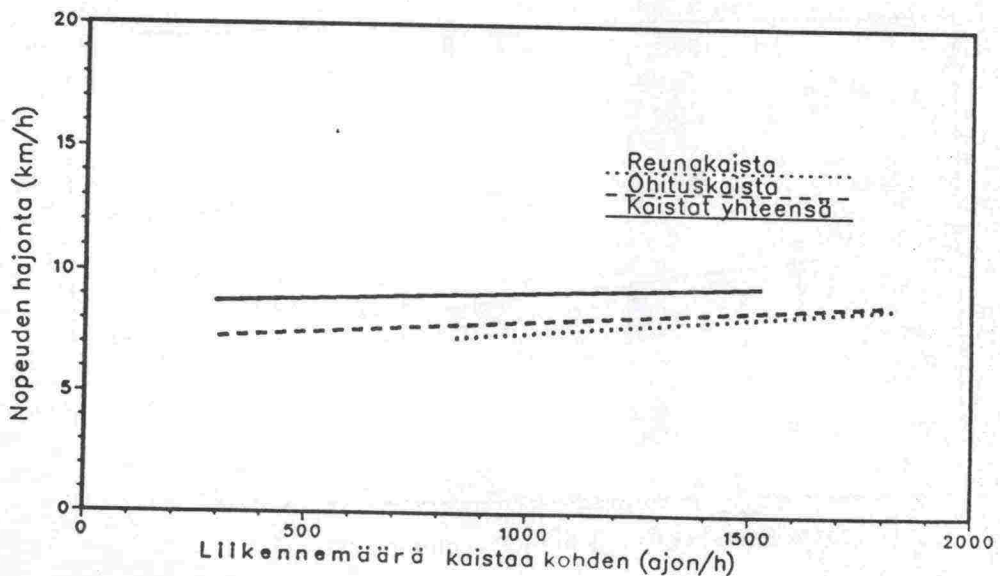
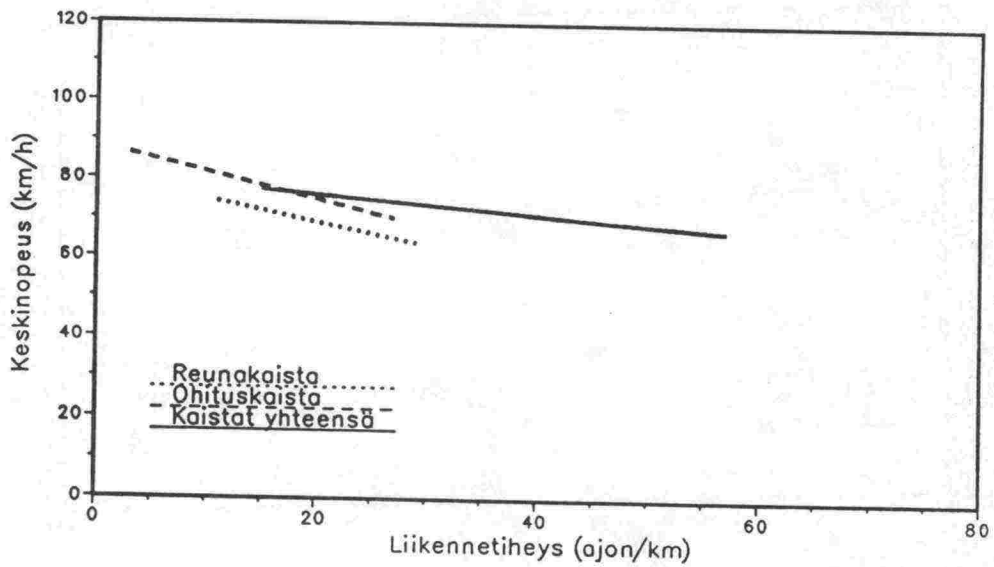
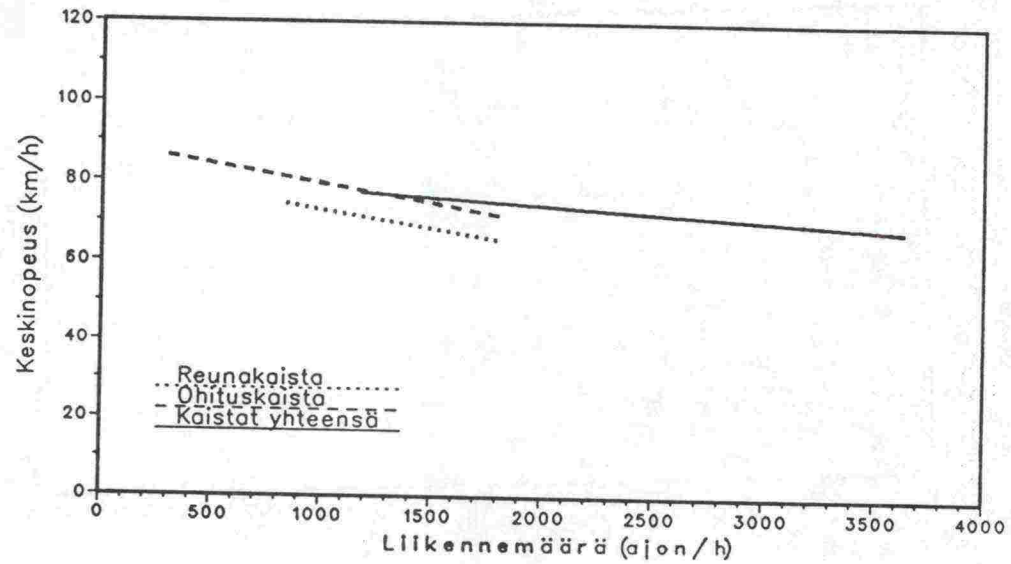
Kehä I (mt 1141) Leppävaara itään

(60)



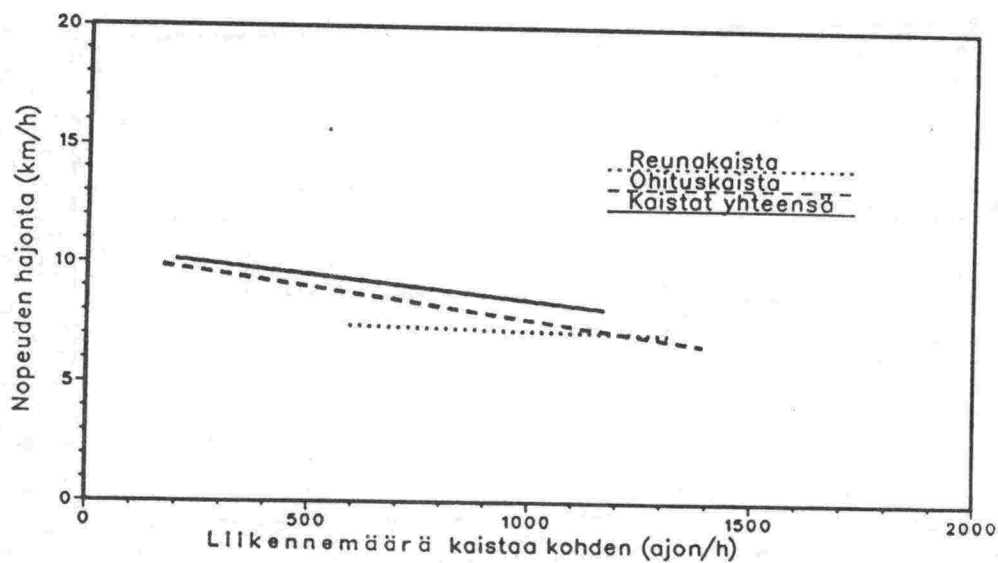
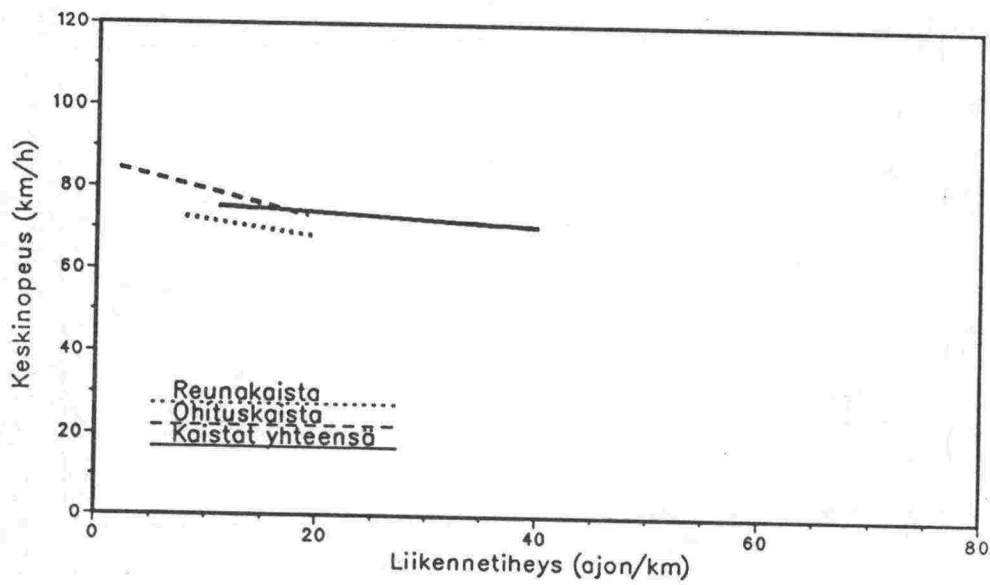
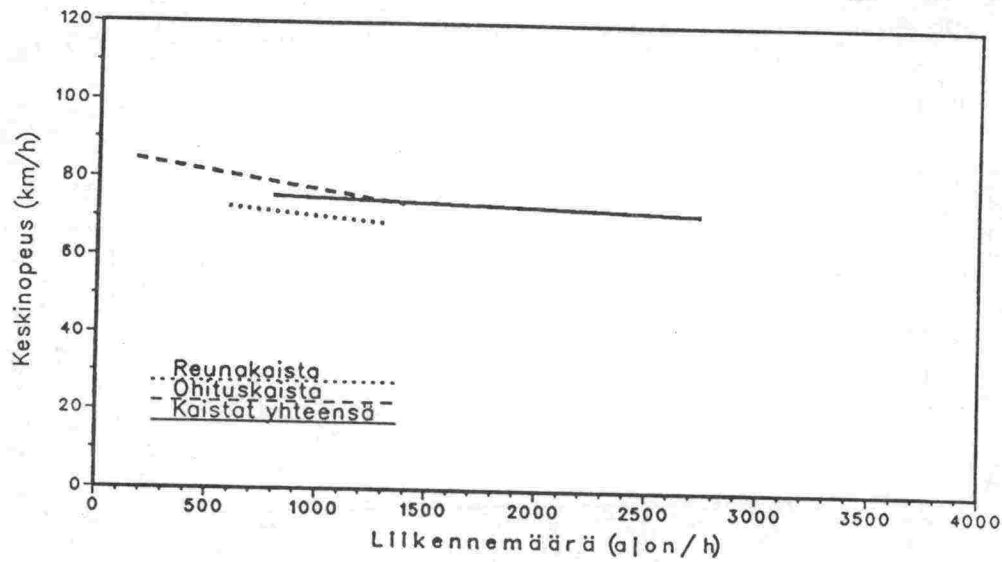
Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila itään

(80)



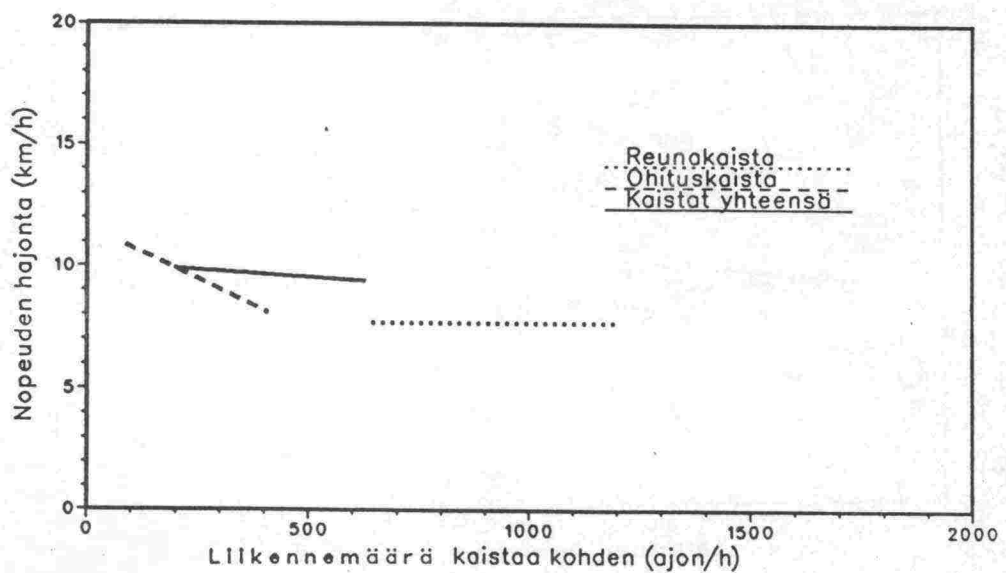
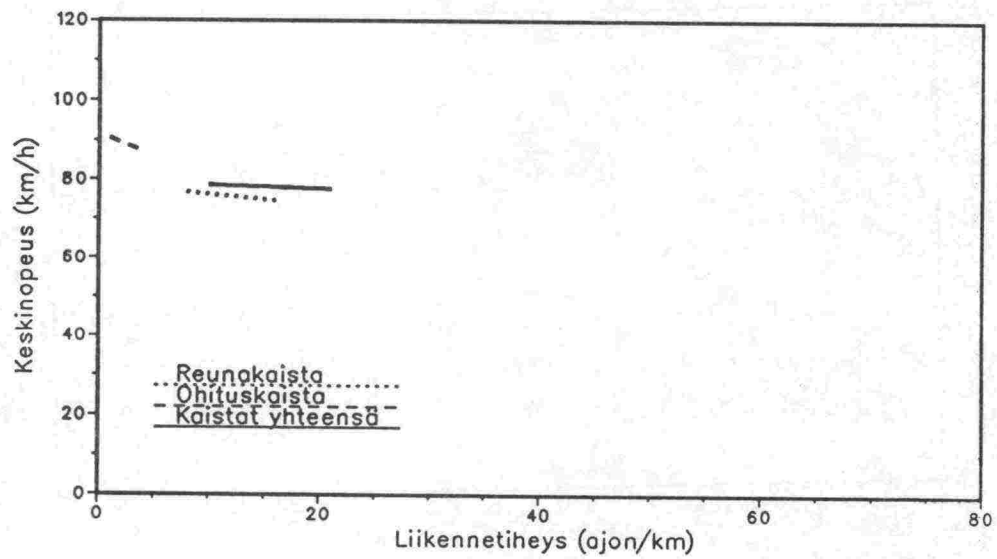
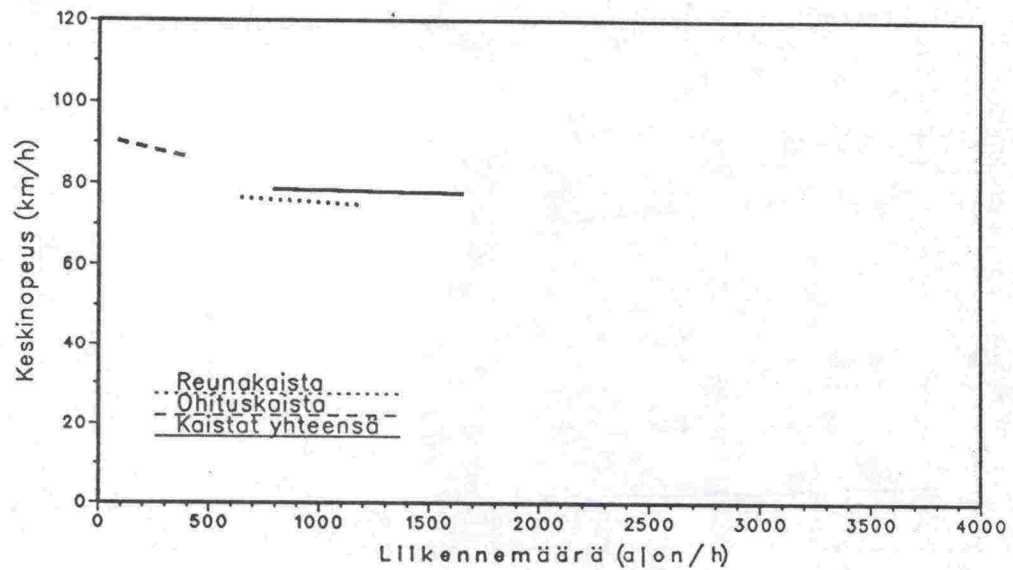
Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola länteen

70



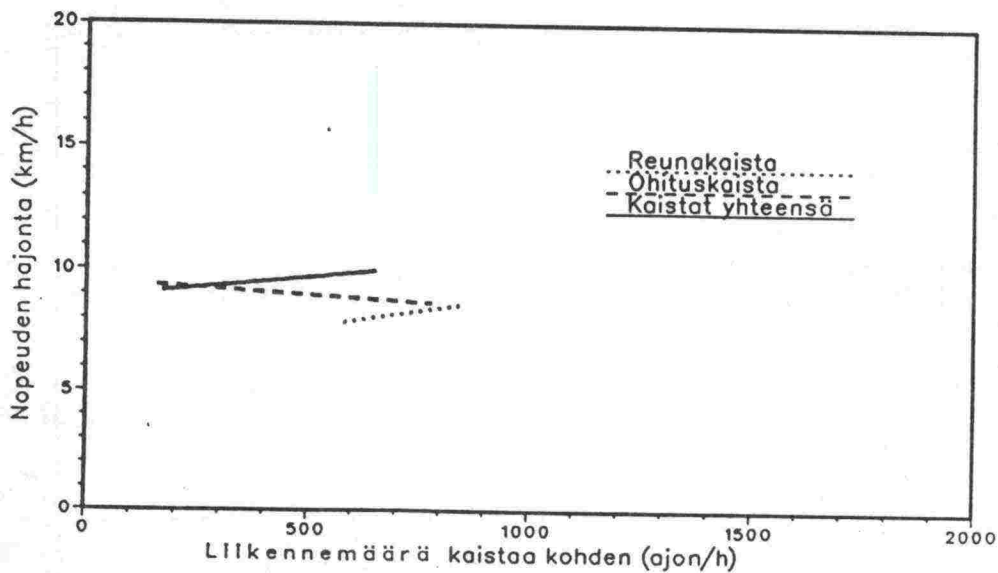
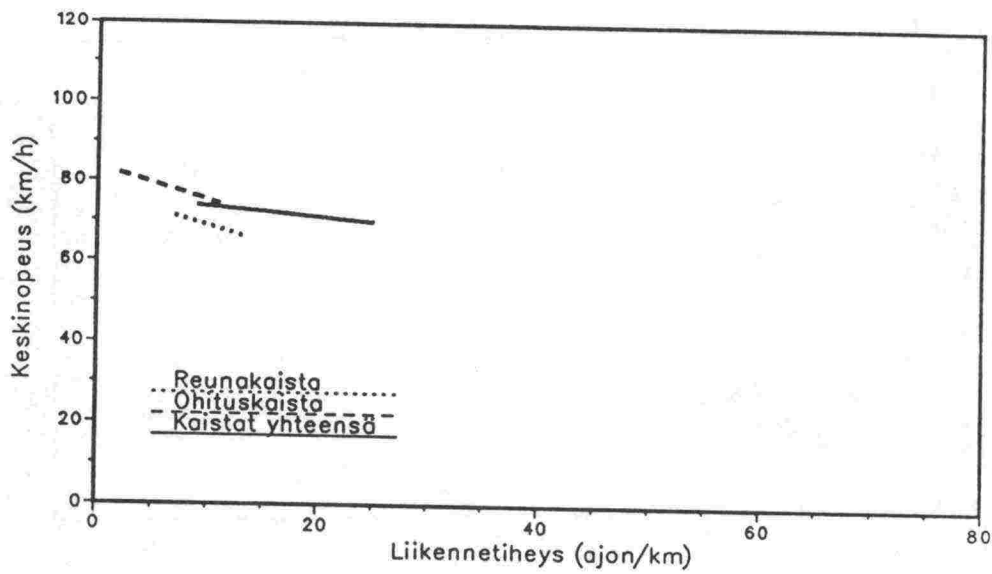
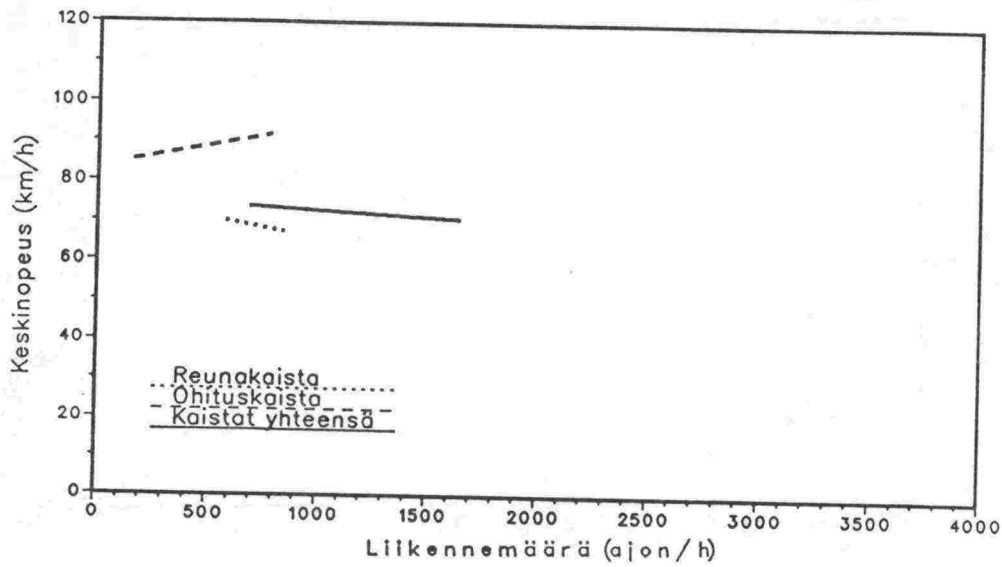
Kehä III (kt 50) Seutula länteen

80



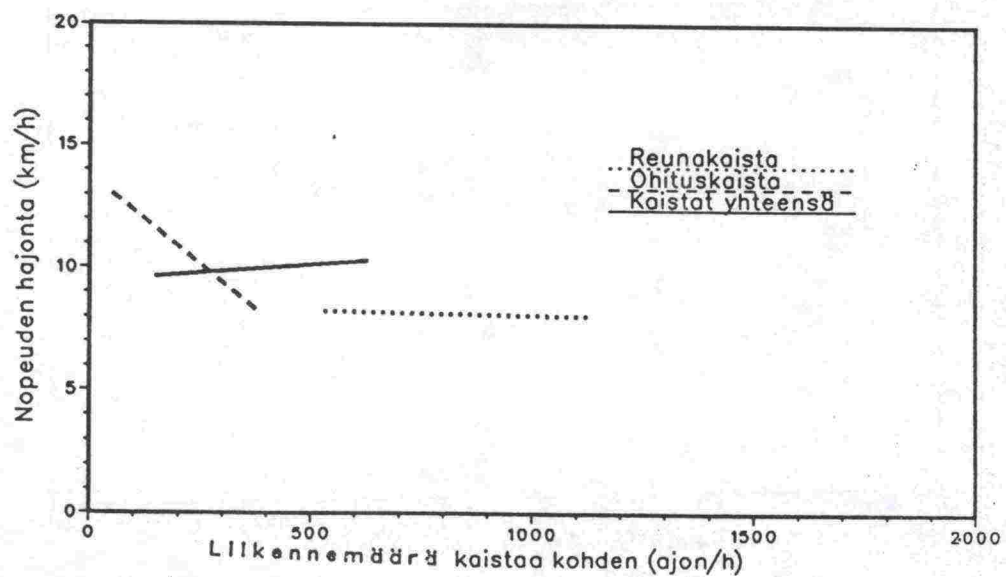
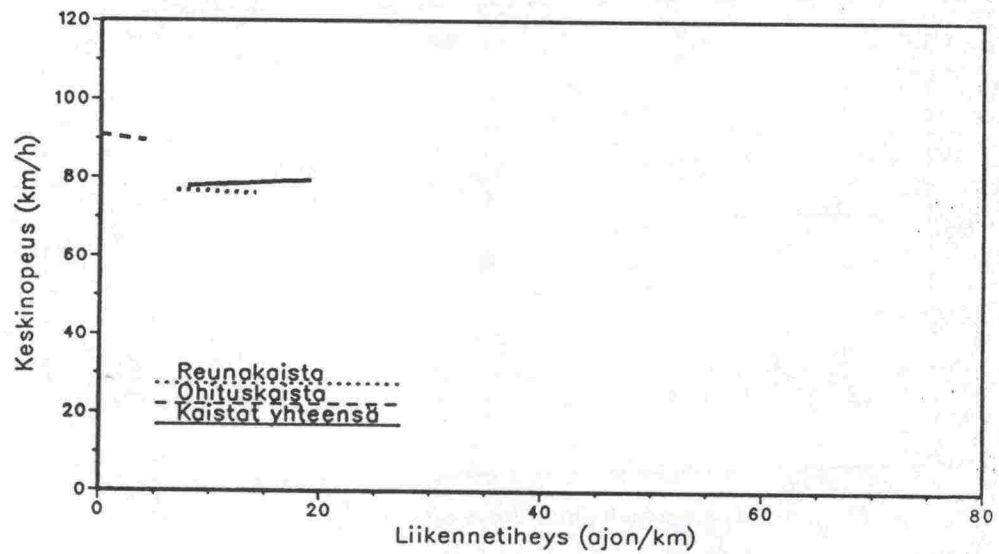
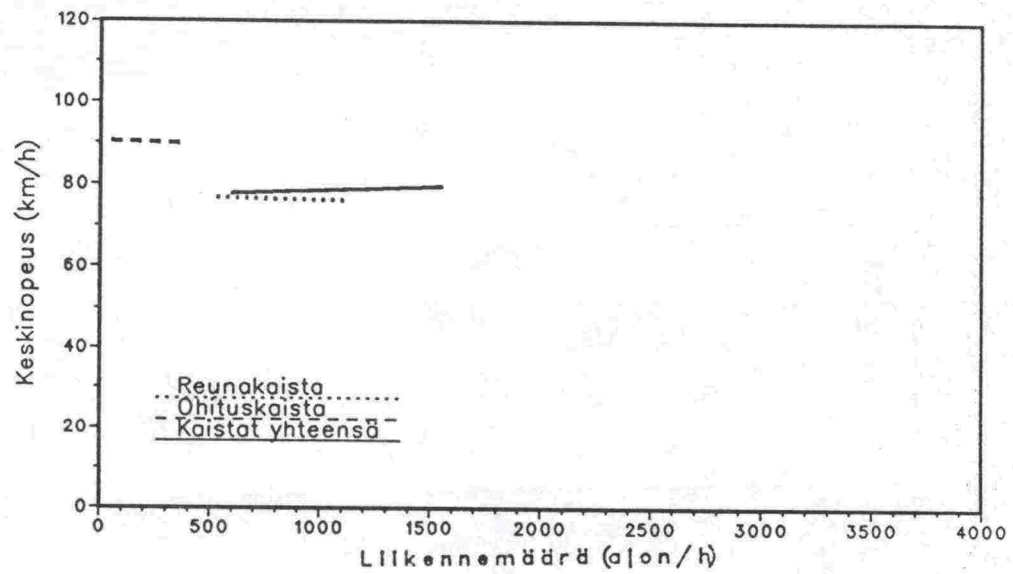
Kehä III (kt 50) Tuupakka itään

70



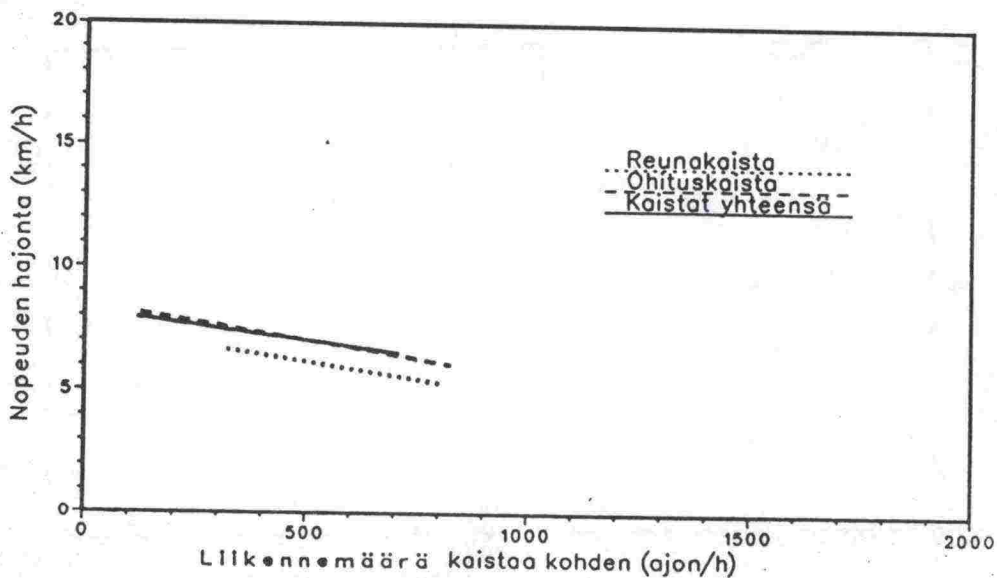
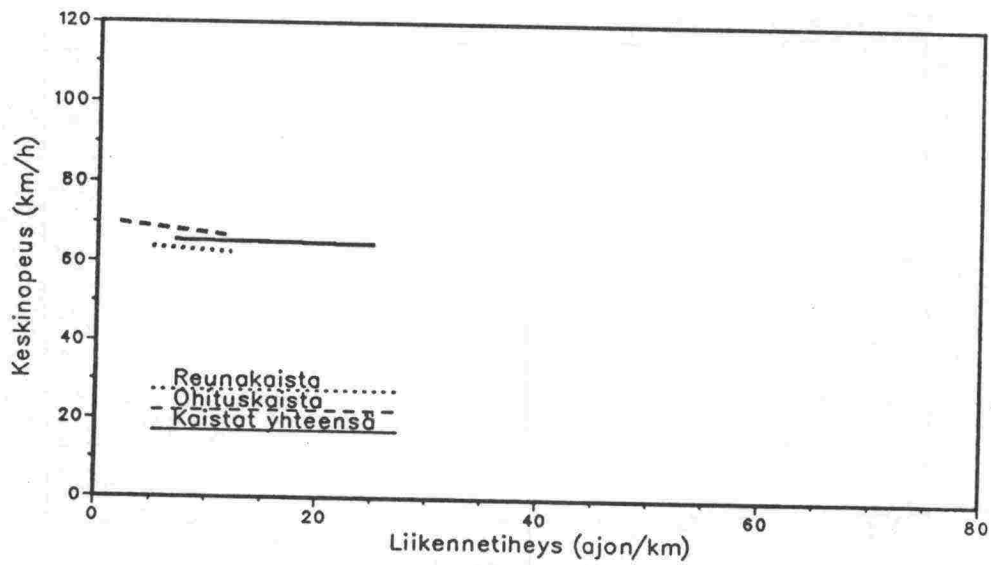
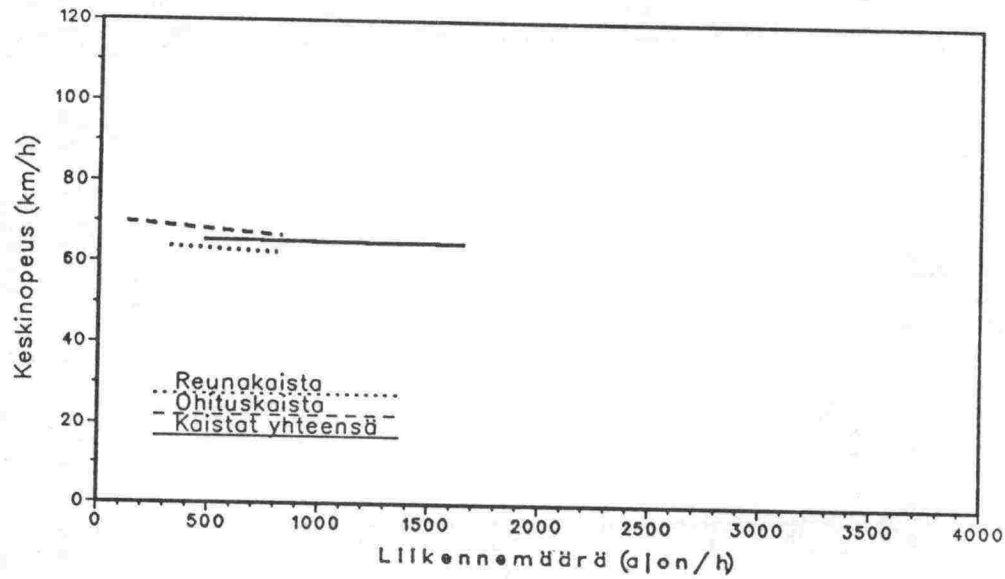
Kehä III (kt 50) Varisto länteen

80



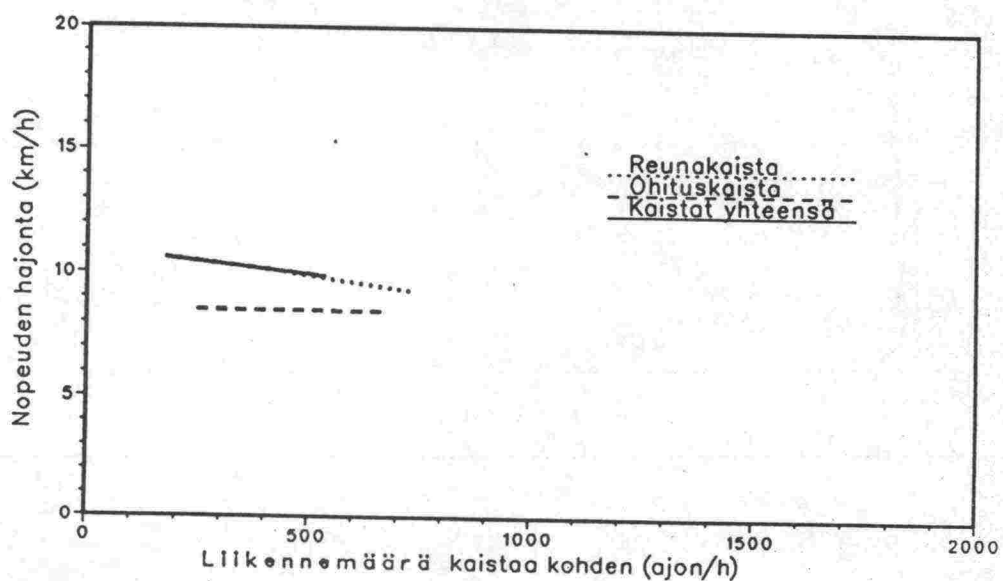
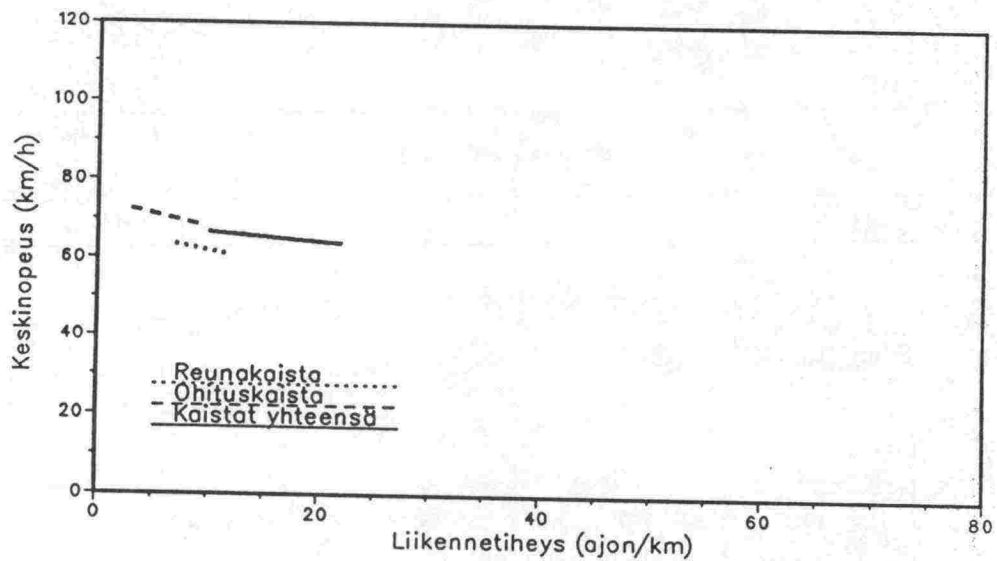
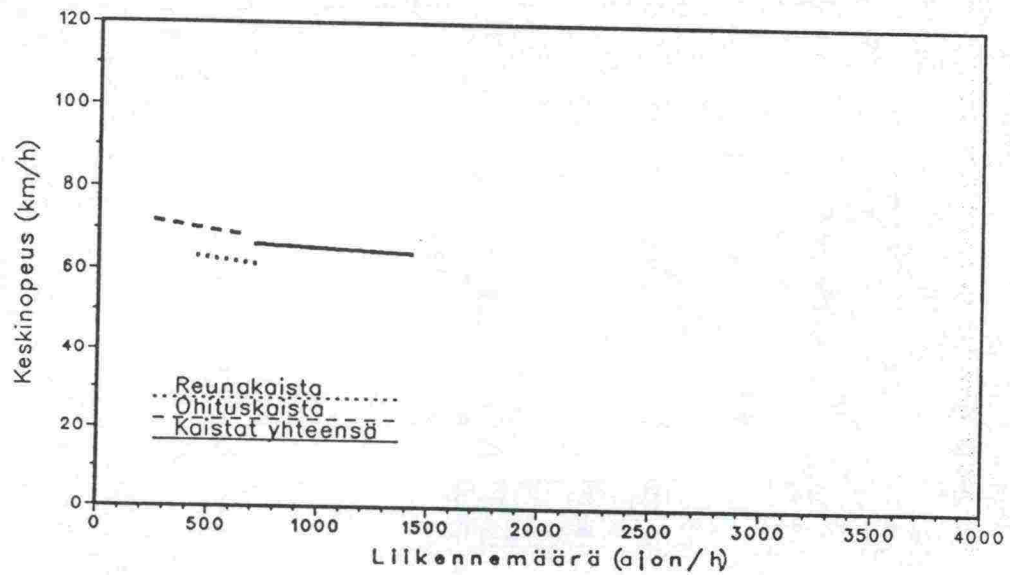
Turuntie (mt 118) Leppävaara itään

60



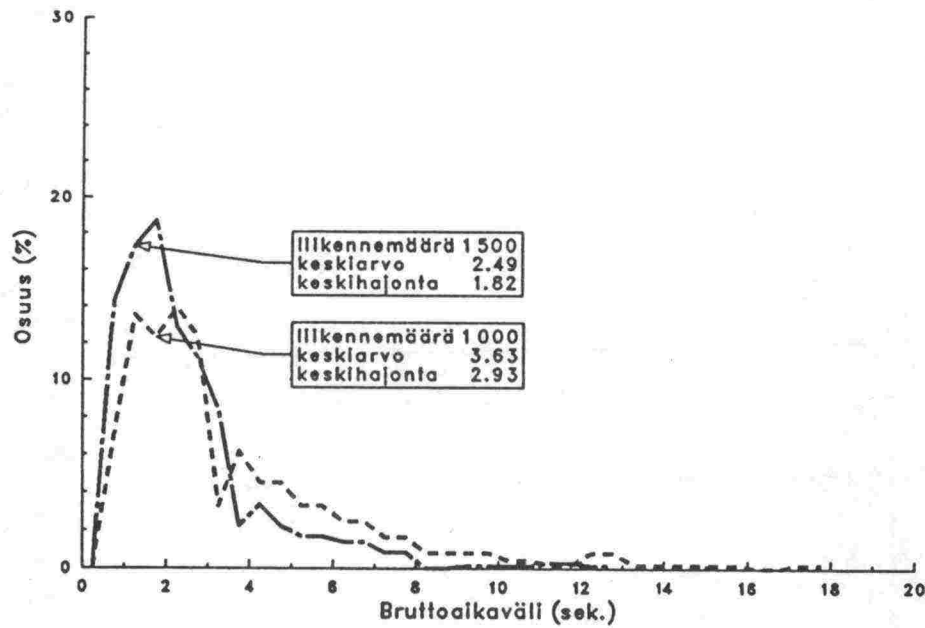
Vihdintie (mt 120) Konala pohjoiseen

70

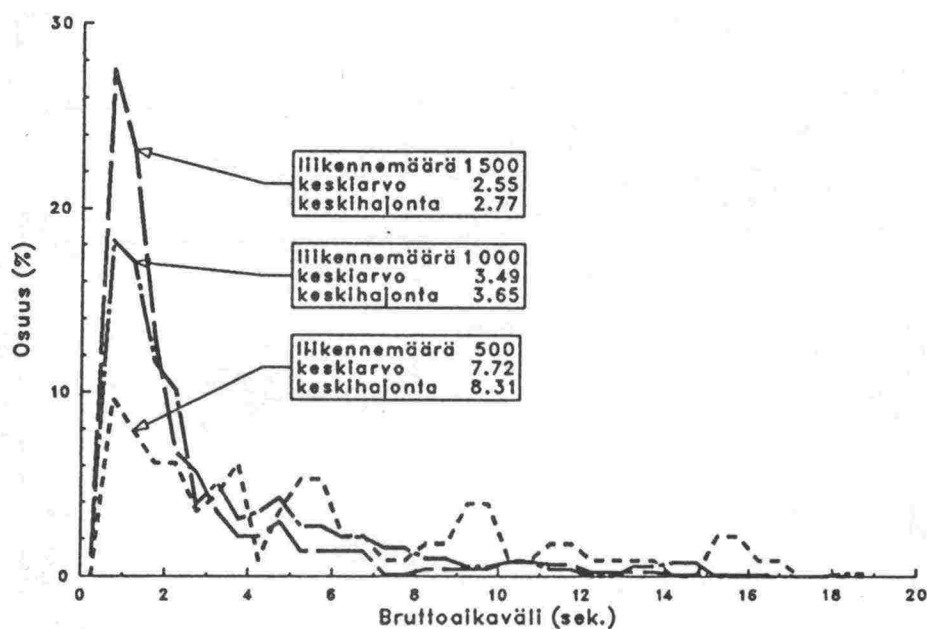


Nopeusrajoitus 80 km/h

Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
etelään reunakaista

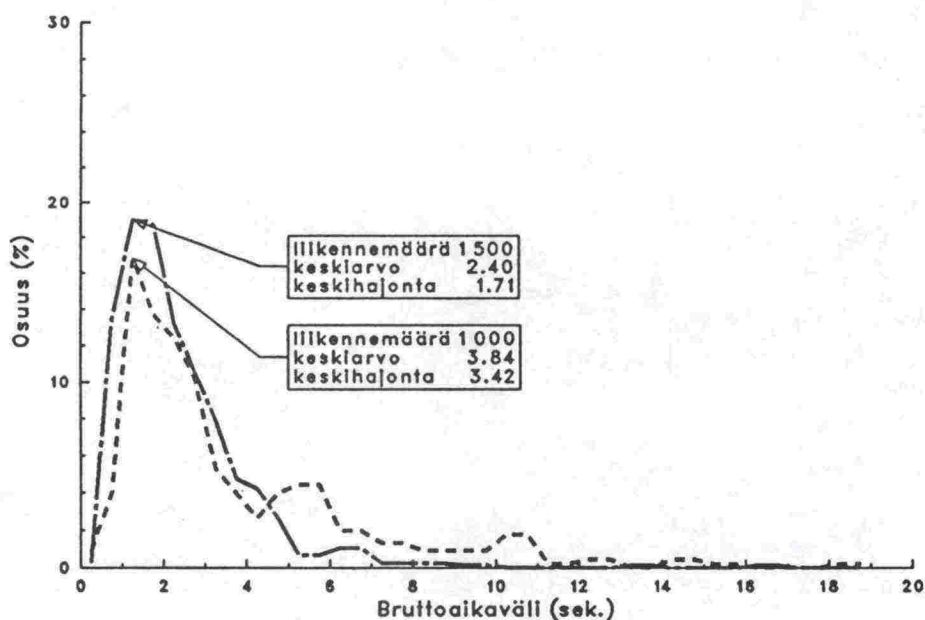


Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
etelään ohituskaista

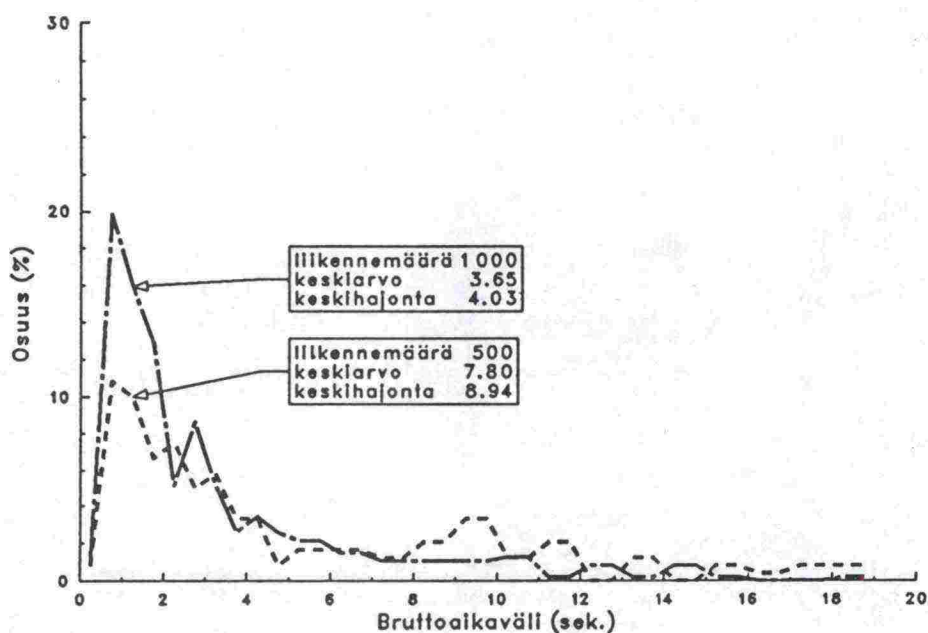


Nopeusrajoitus 80 km/h

Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
pohjoiseen reunakaista

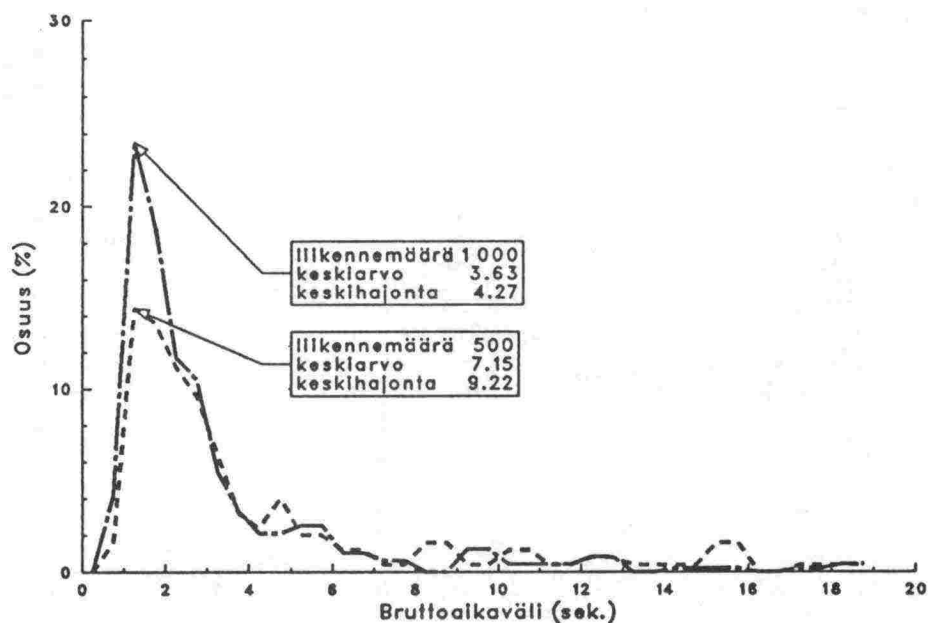


Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
pohjoiseen ohituskaista

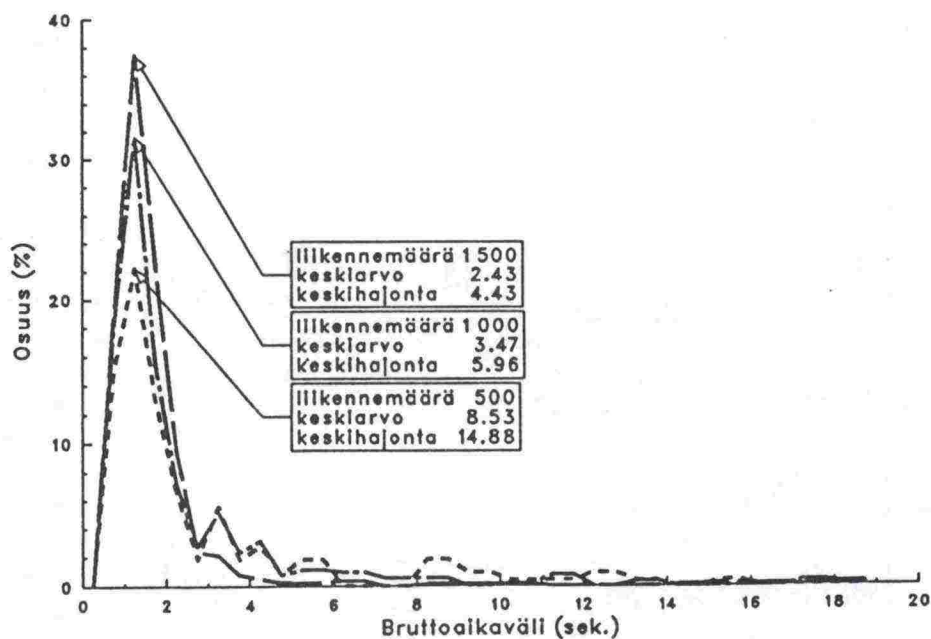


Nopeusrajoitus 60 km/h

Kehä I (mt 1141) Leppävaara
itään reunakaista

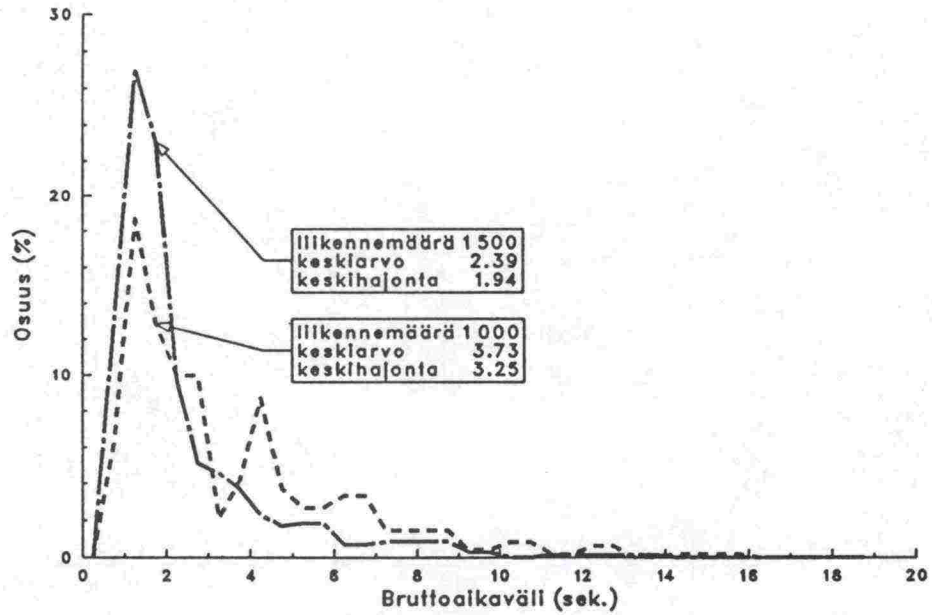


Kehä I (mt 1141) Leppävaara
itään ohituskaista

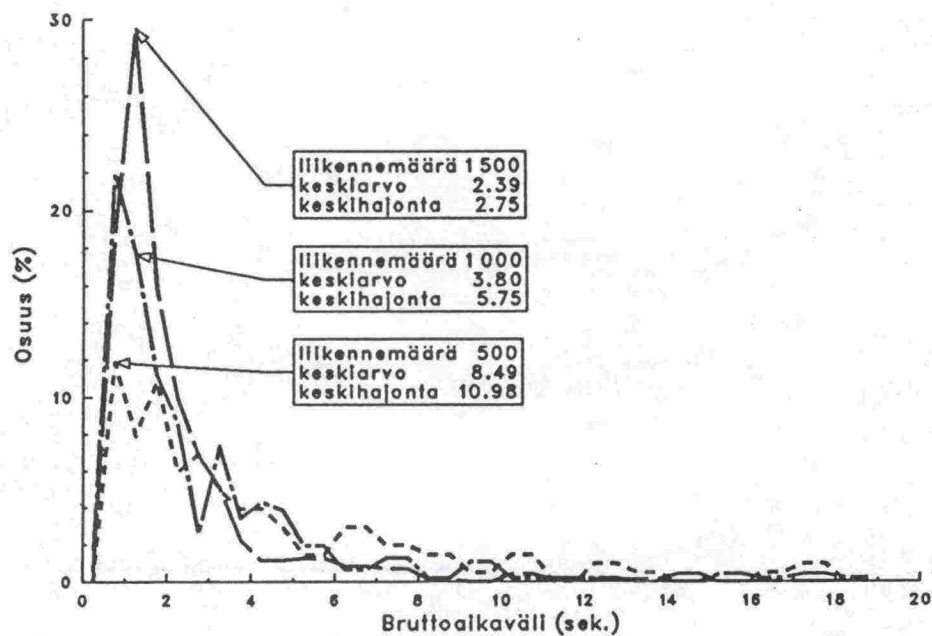


Nopeusrajoitus 80 km/h

Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila
etelään reunakaista

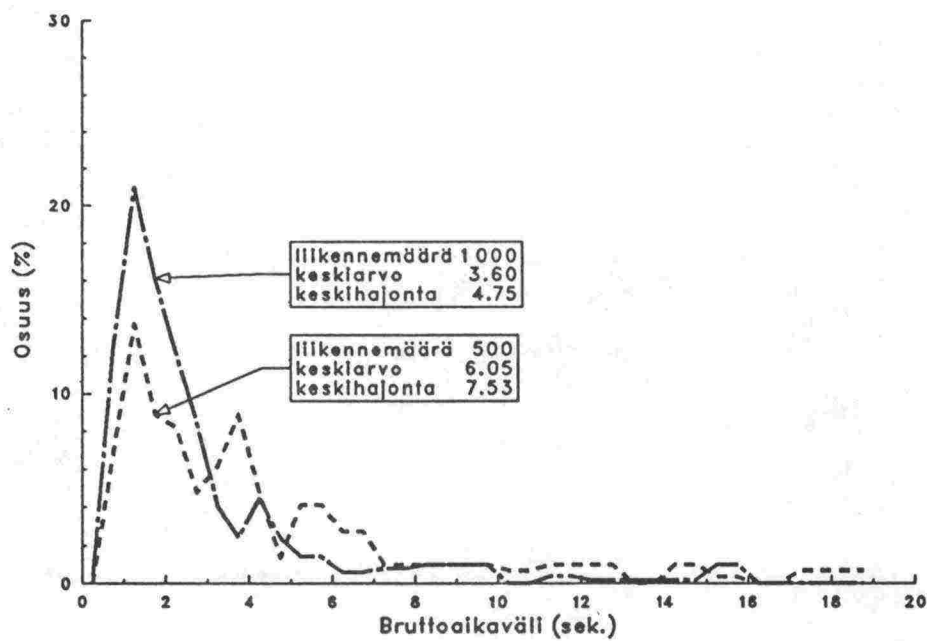


Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila
etelään ohituskaista

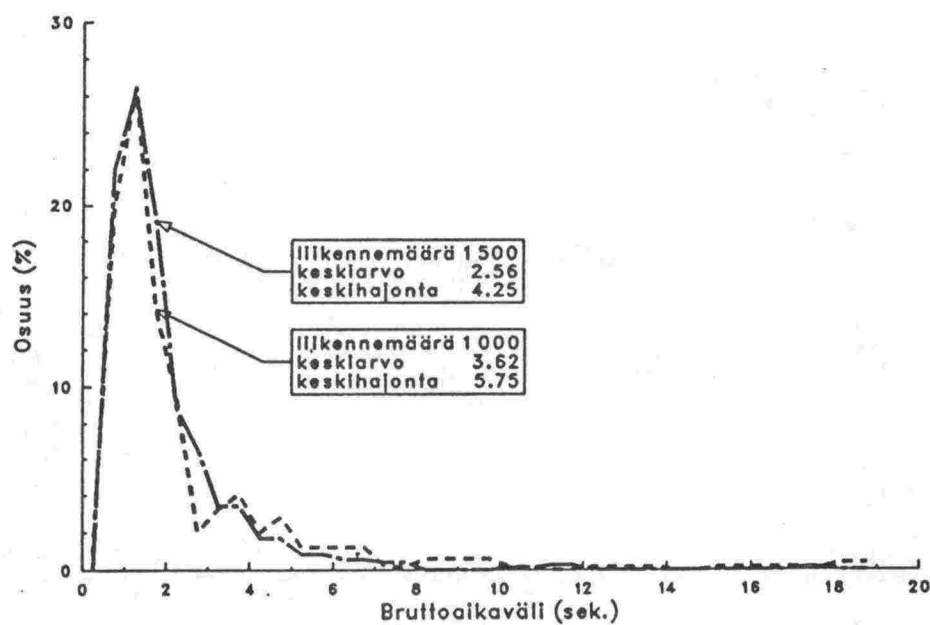


Nopeusrajoitus 70 km/h

Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola
länteen reunakaista

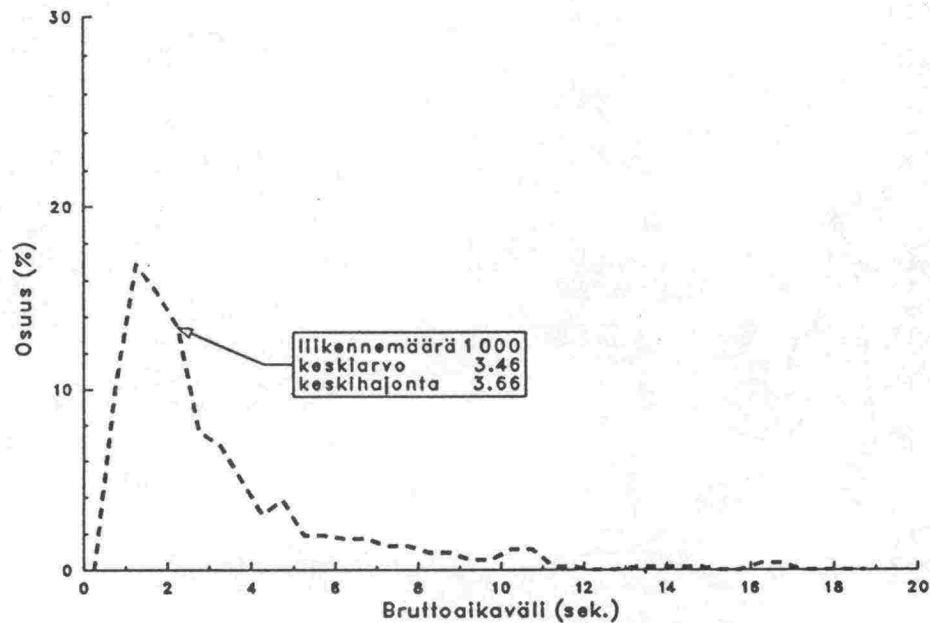


Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola
länteen ohituskaista

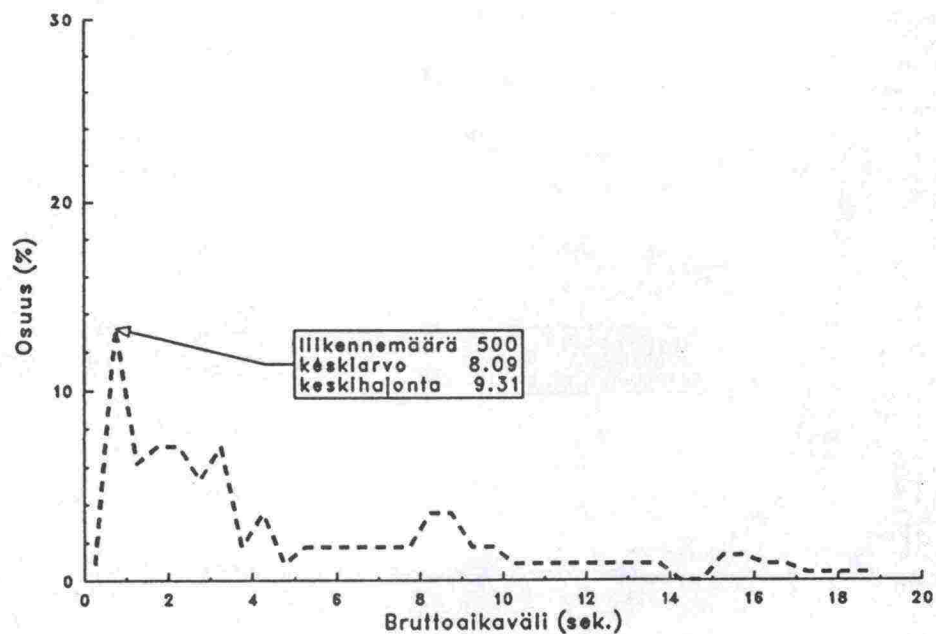


Nopeusrajoitus 80 km/h

Kehä III (kt 50) Seutula
länteen reunakaista

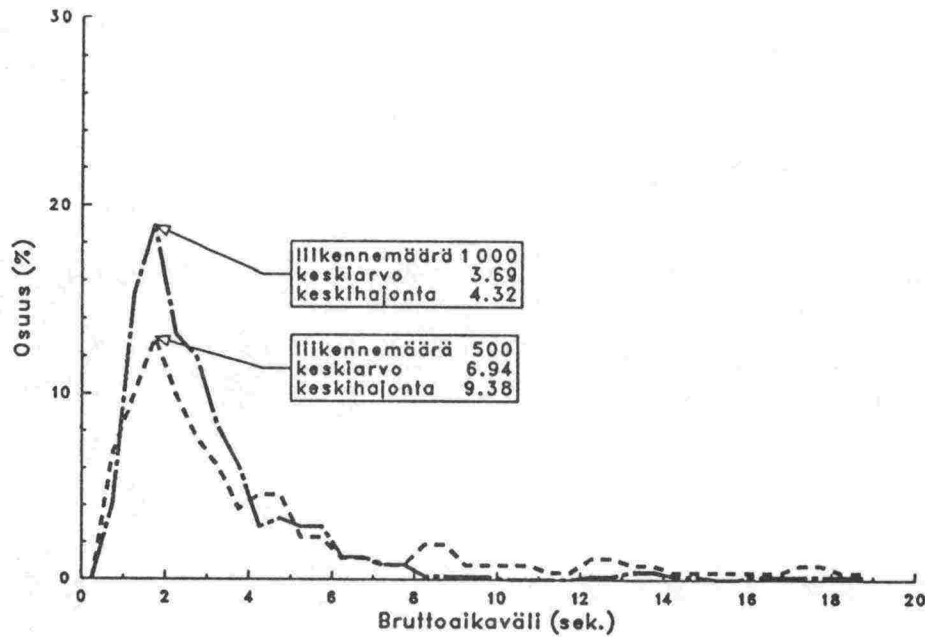


Kehä III (kt 50) Seutula
länteen ohituskaista

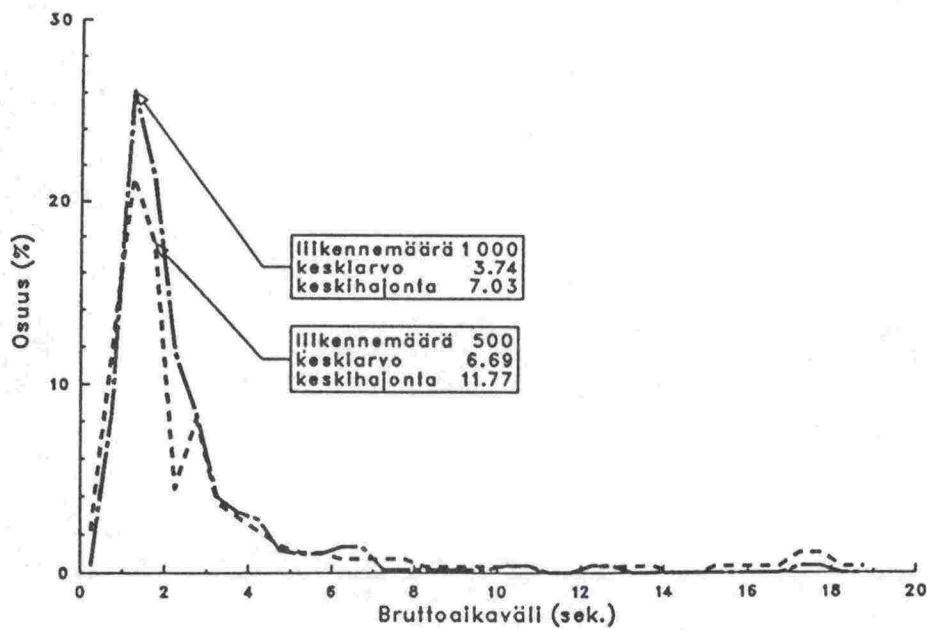


Nopeusrajoitus 70 km/h

Kehä III (kt 50) Tuupakka
itään reunakaista

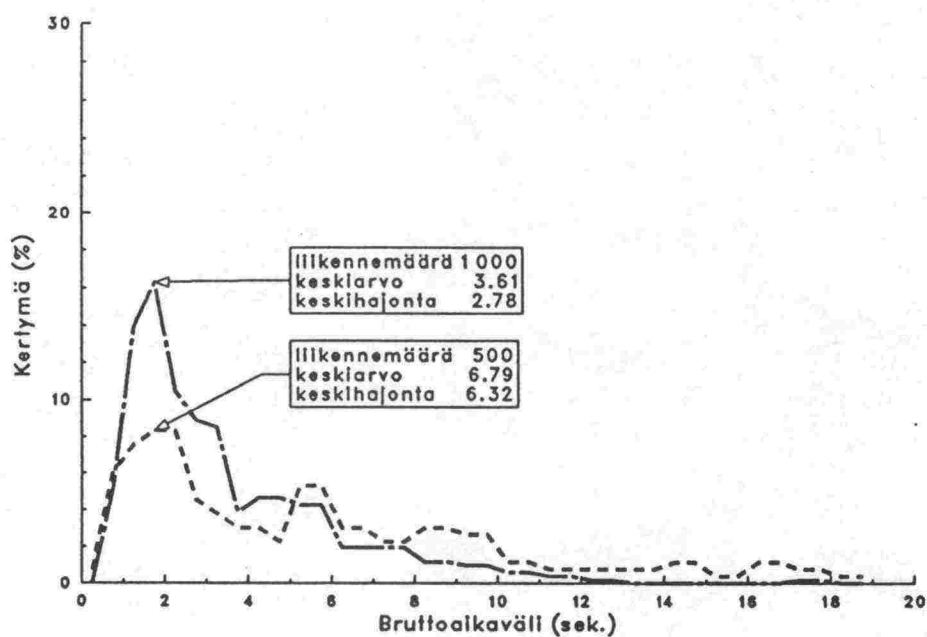


Kehä III (kt 50) Tuupakka
itään ohituskaista

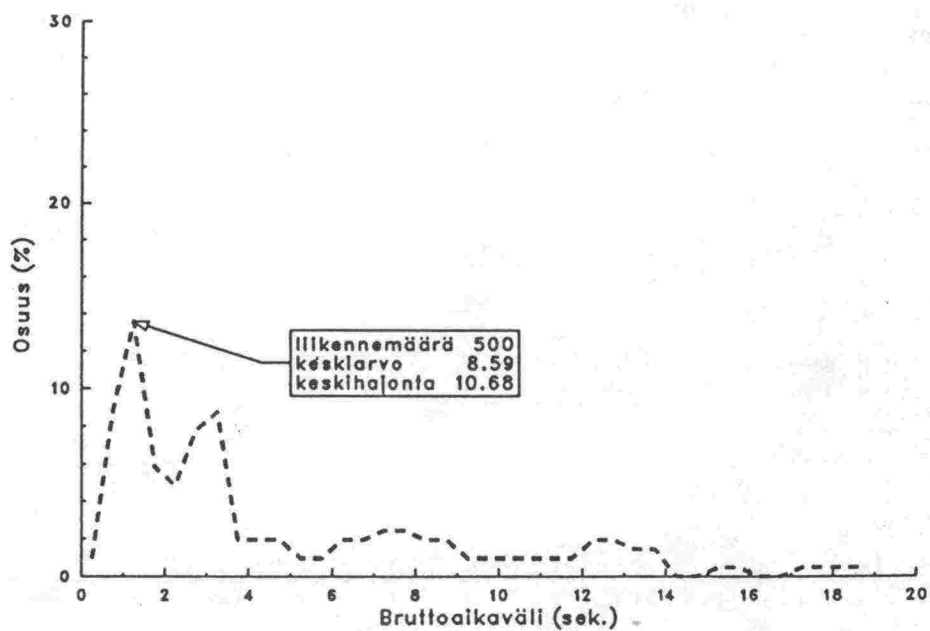


Nopeusrajoitus 80 km/h

Kehä III (kt 50) Varisto
länteen reunakaista

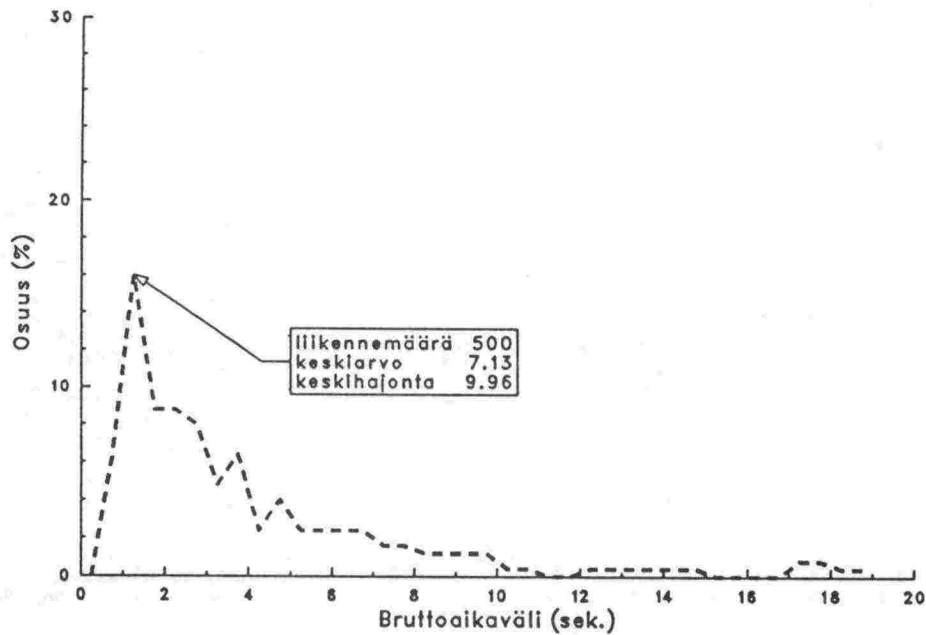


Kehä III (kt 50) Varisto
länteen ohituskaista

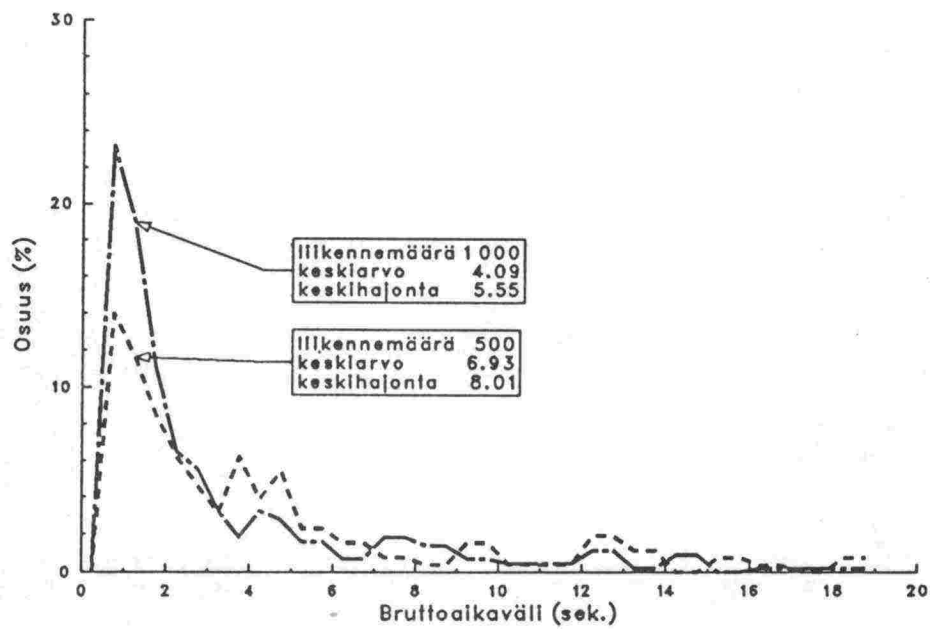


Nopeusrajoitus 60 km/h

Turuntie (mt 118) Leppävaara
itäin reunakaista

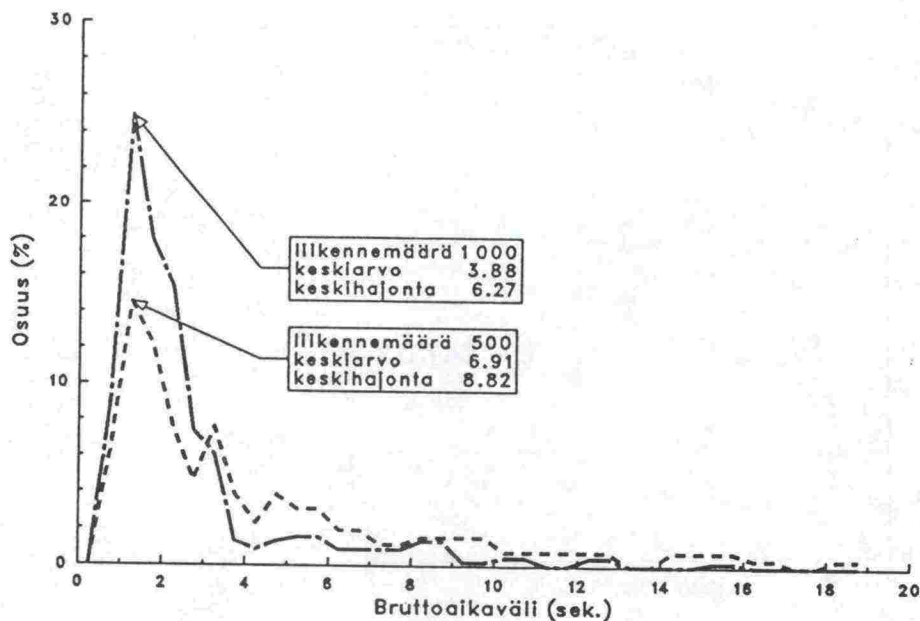


Turuntie (mt 118) Leppävaara
itäin ohituskaista

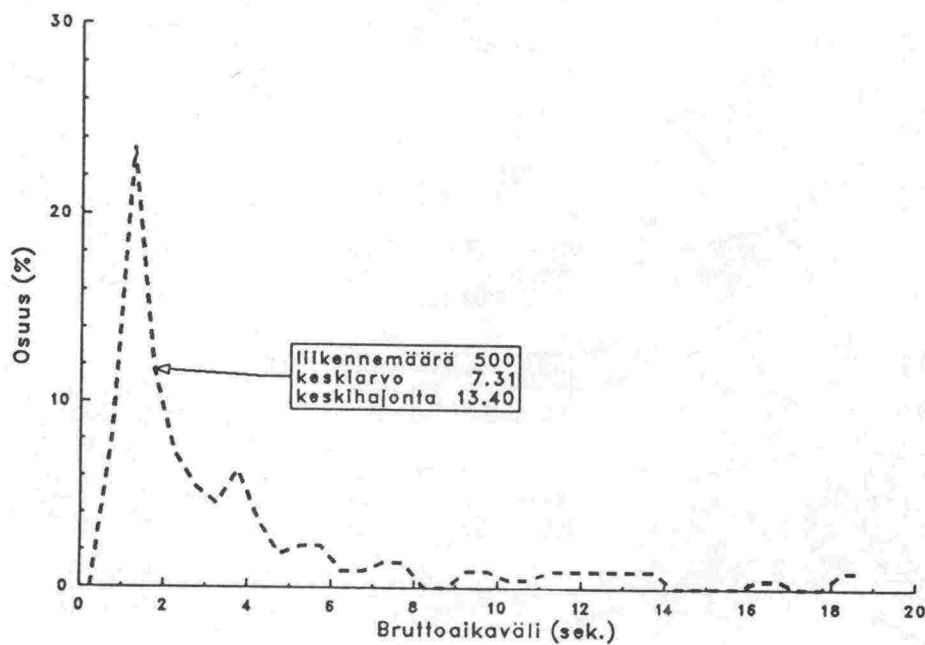


Nopeusrajoitus 70 km/h

Vihdintie (mt 120) Konala
pohjoiseen reunakaista

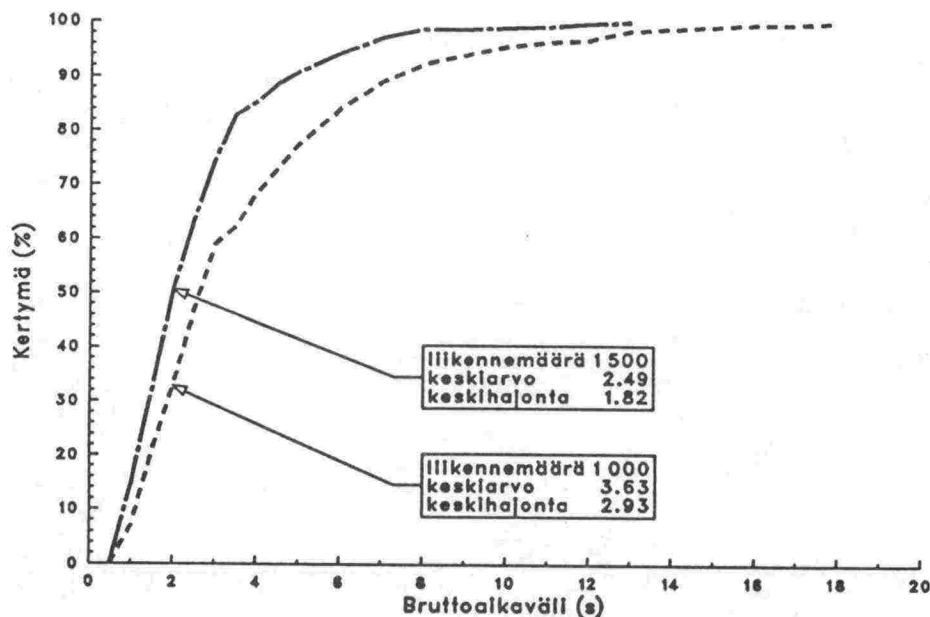


Vihdintie (mt 120) Konala
pohjoiseen ohituskaista

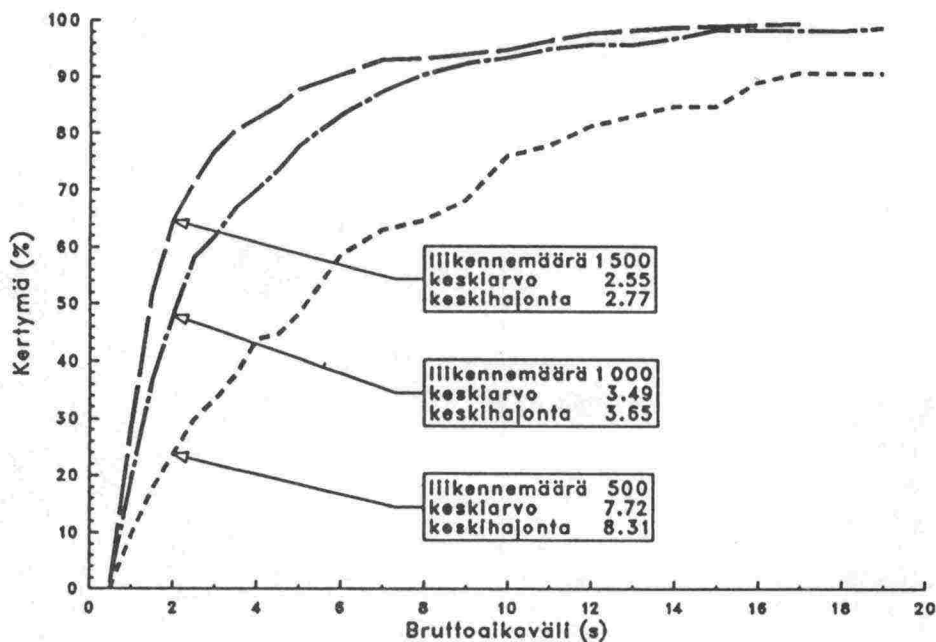


Nopeusrajoitus 80 km/h

Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
etelään reunakaista

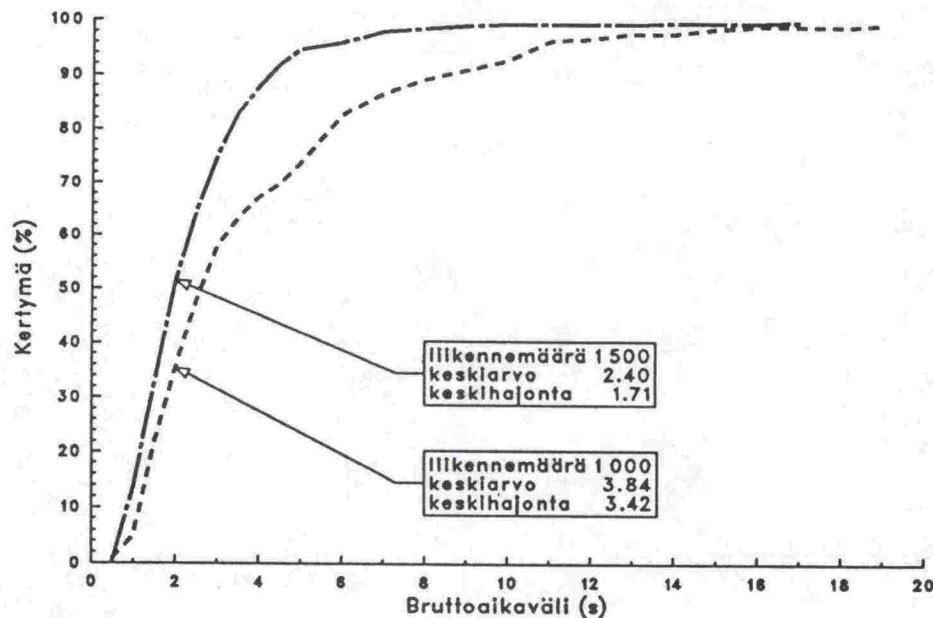


Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
etelään ohituskaista

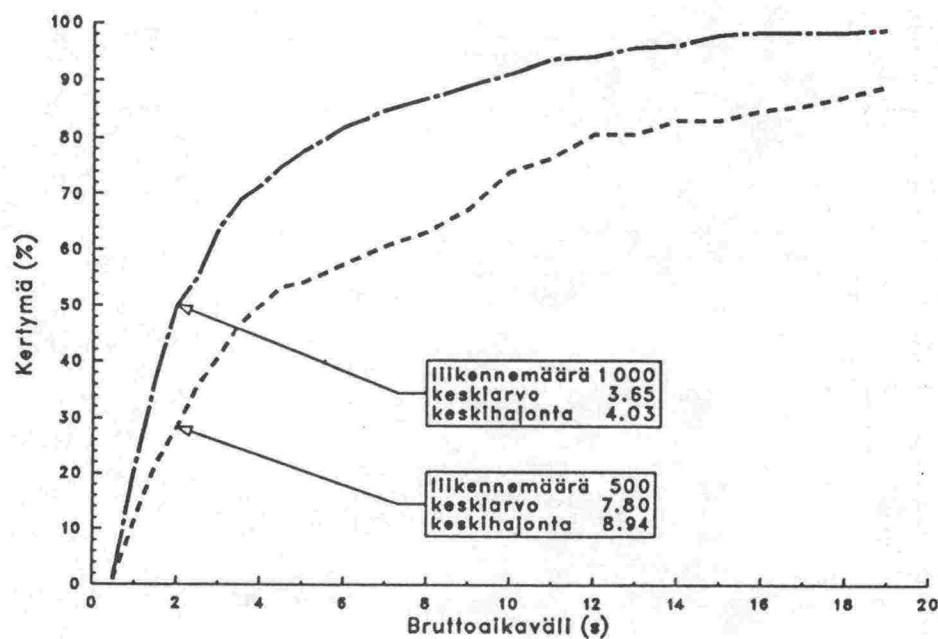


Nopeusrajoitus 80 km/h

Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
pohjoiseen reunakaista

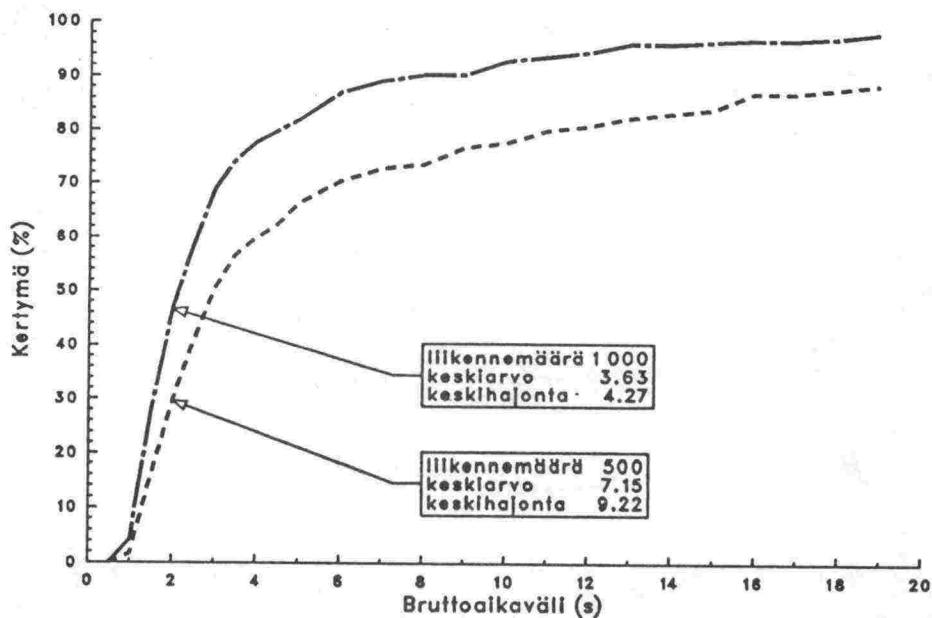


Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
pohjoiseen ohituskaista

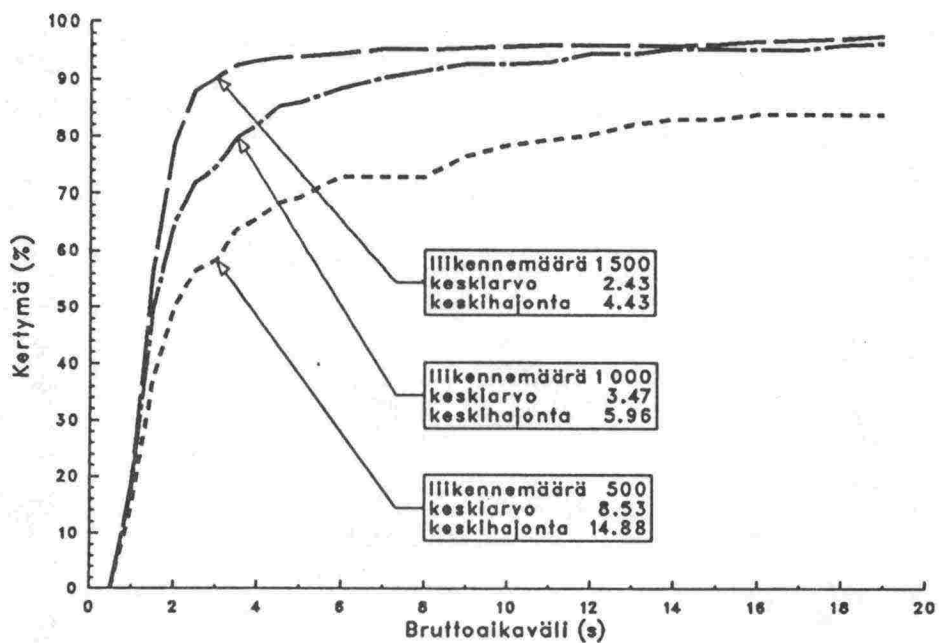


Nopeusrajoitus 60 km/h

Kehä I (mt 1141) Leppävaara
itään reunakaista

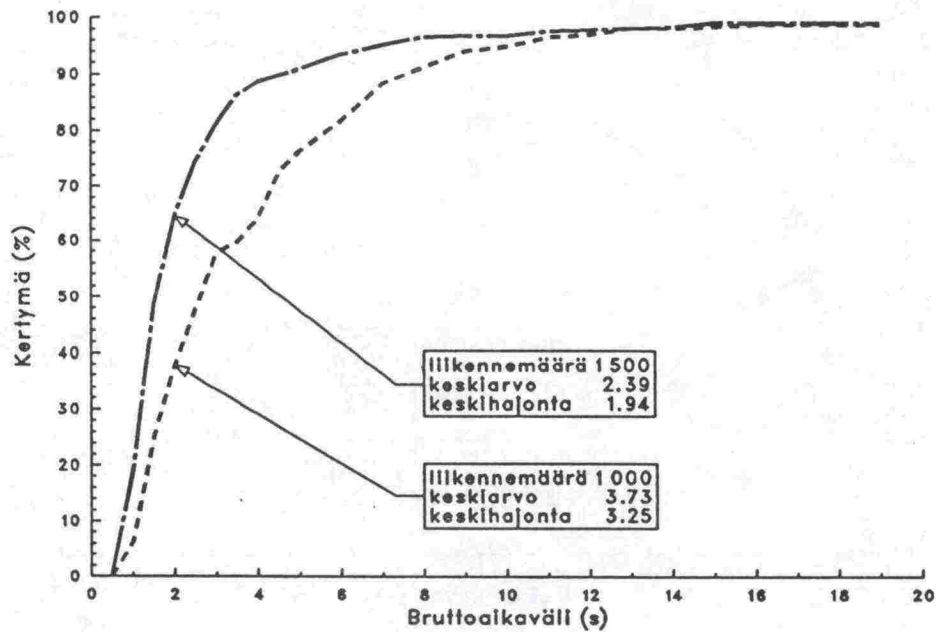


Kehä I (mt 1141) Leppävaara
itään ohituskaista

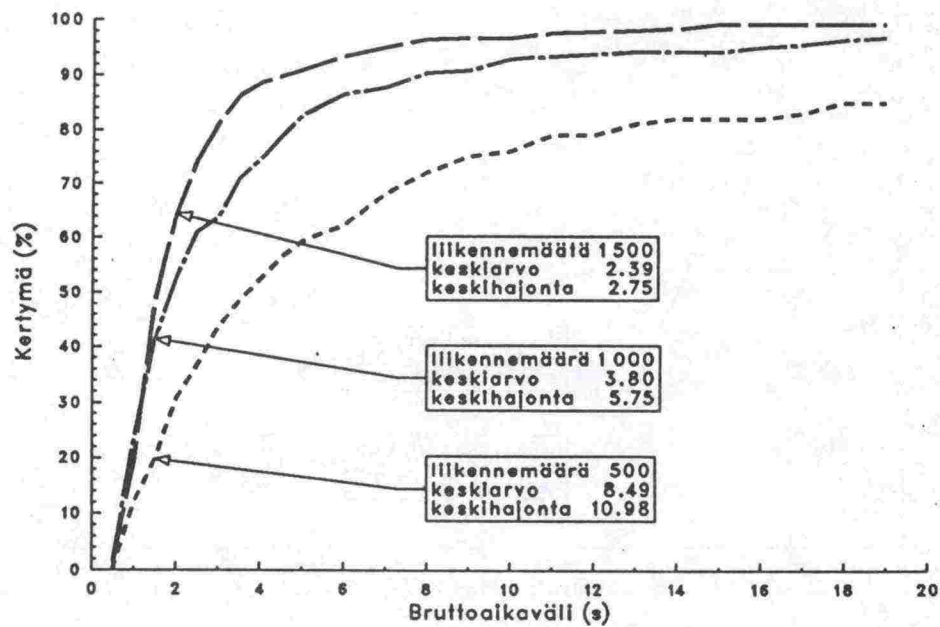


Nopeusrajoitus 80 km/h

Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila
itään reunakaista

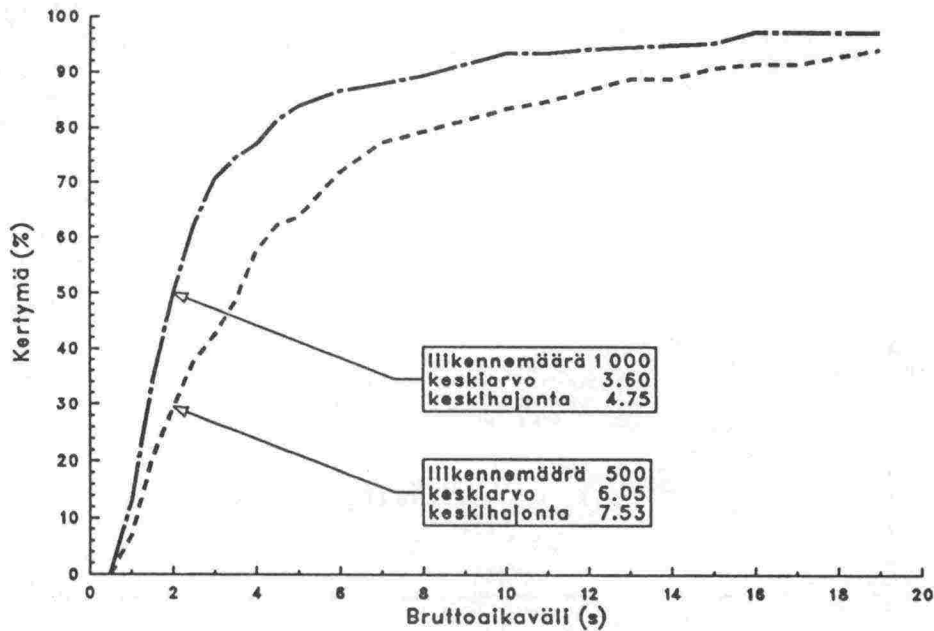


Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila
itään ohituskaista

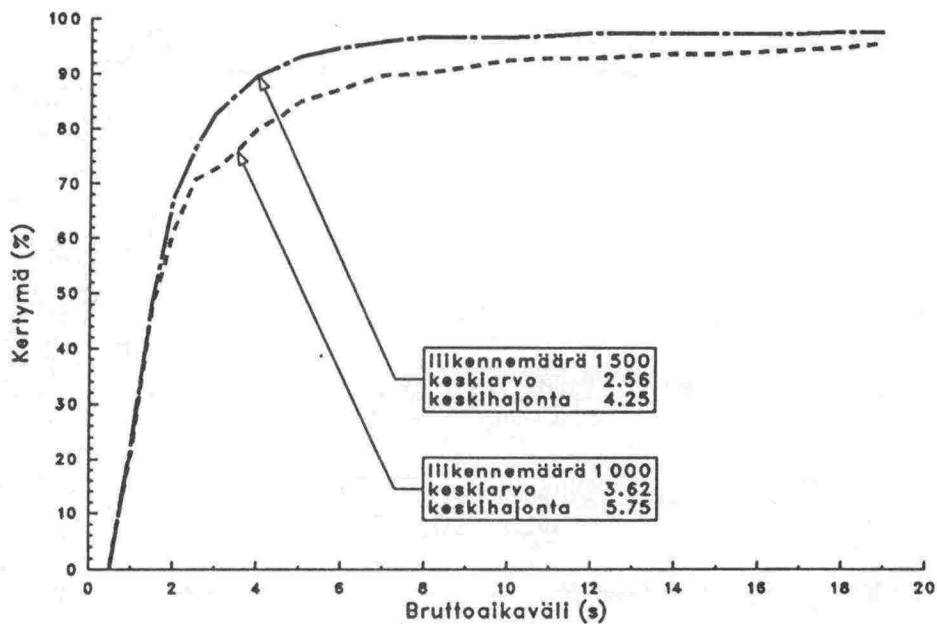


Nopeusrajoitus 70 km/h

Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola
länteen reunakaista

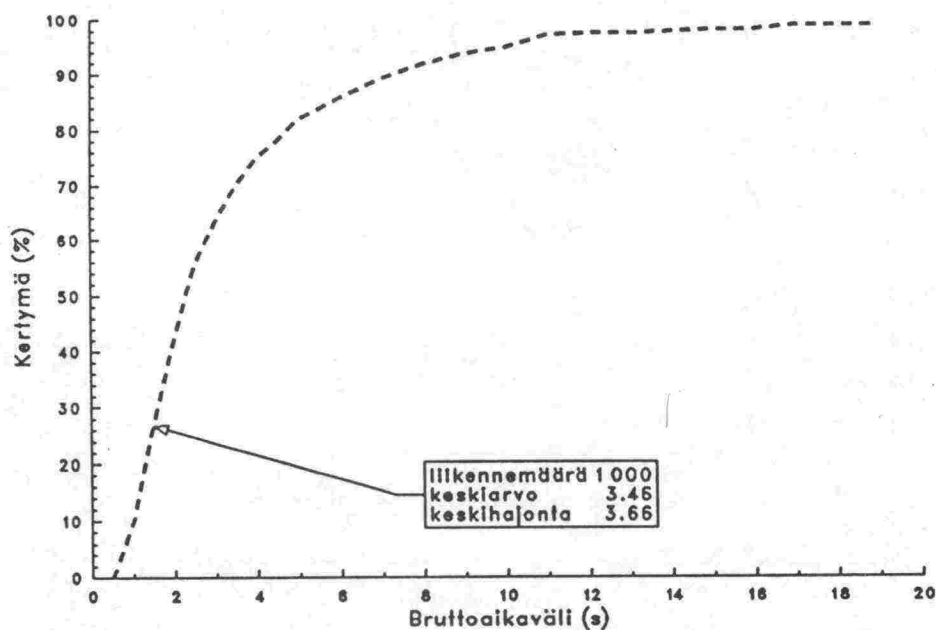


Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola
länteen ohituskaista

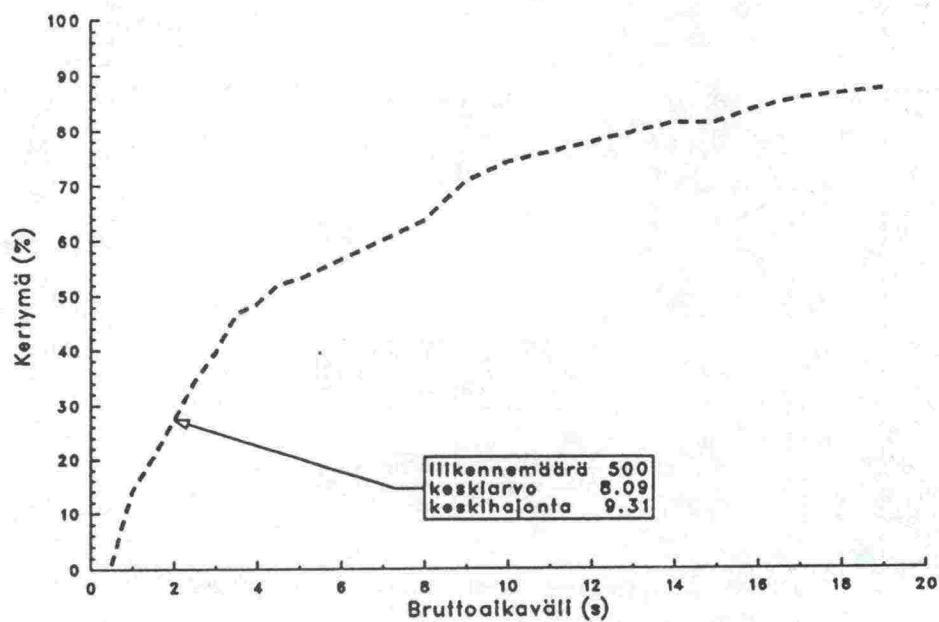


Nopeusrajoitus 80 km/h

Kehä III (kt 50) Seutula
länteen reunakaista

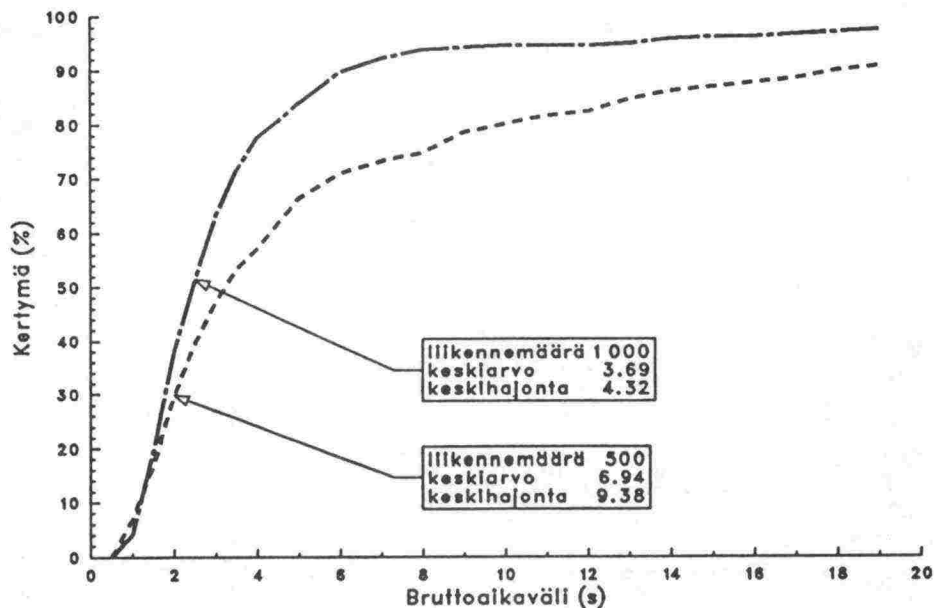


Kehä III (kt 50) Seutula
länteen ohituskaista

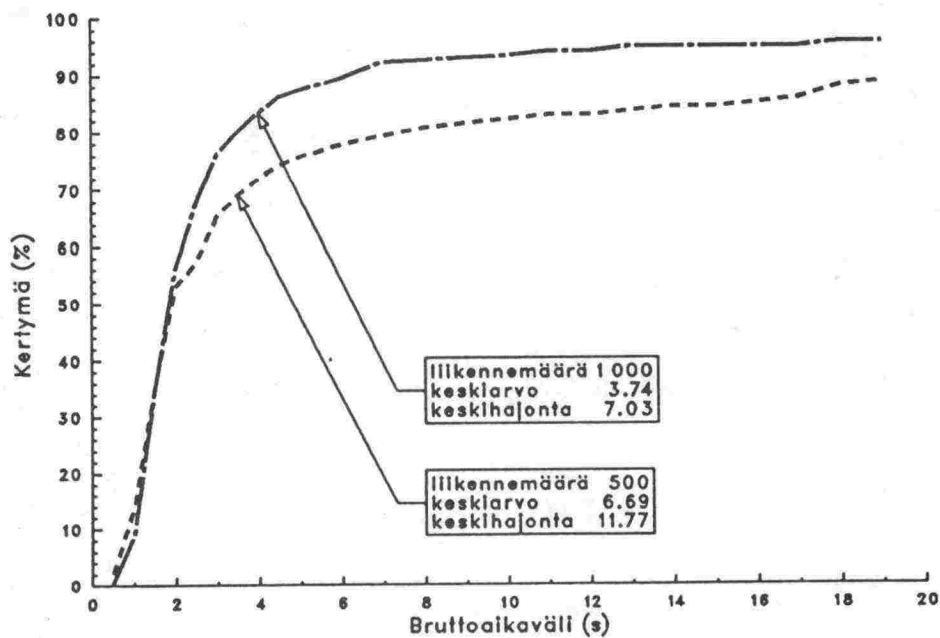


Nopeusrajoitus 70 km/h

Kehä III (kt 50) Tuupakka
itään reunakaista

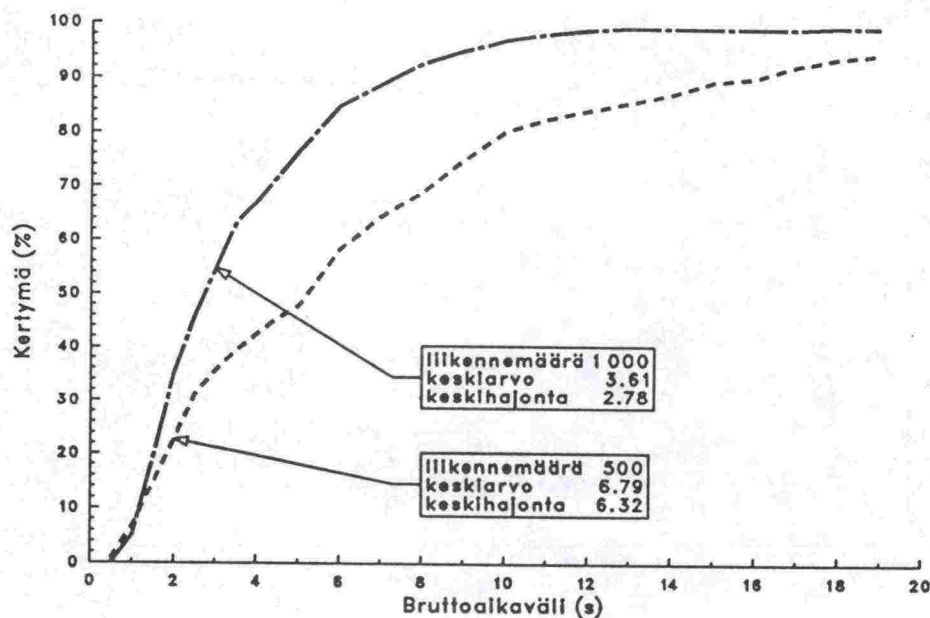


Kehä III (kt 50) Tuupakka
itään ohituskaista

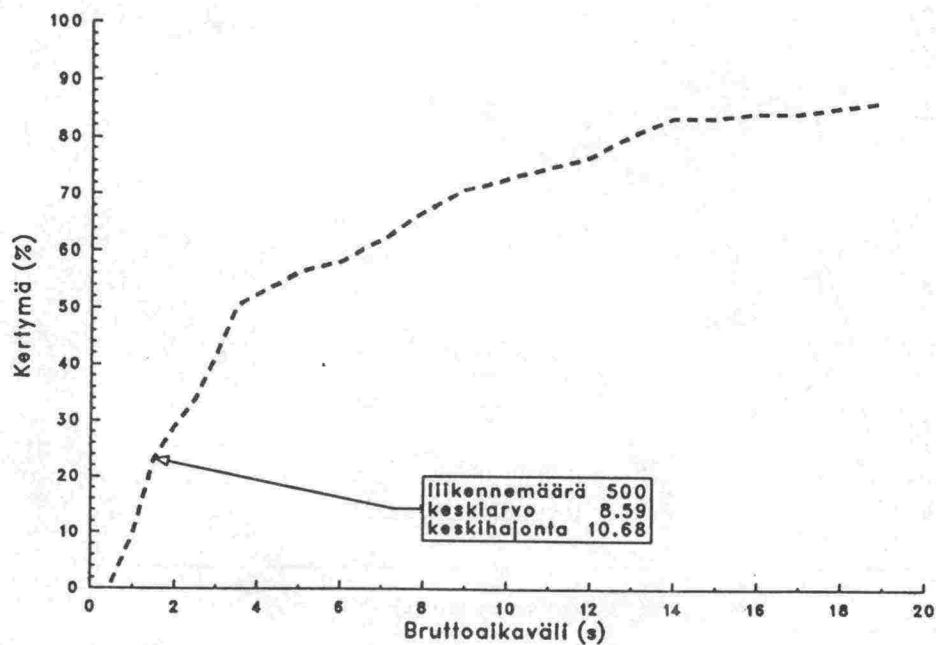


Nopeusrajoitus 80 km/h

Kehä III (kt 50) Varisto
länteen reunakaista

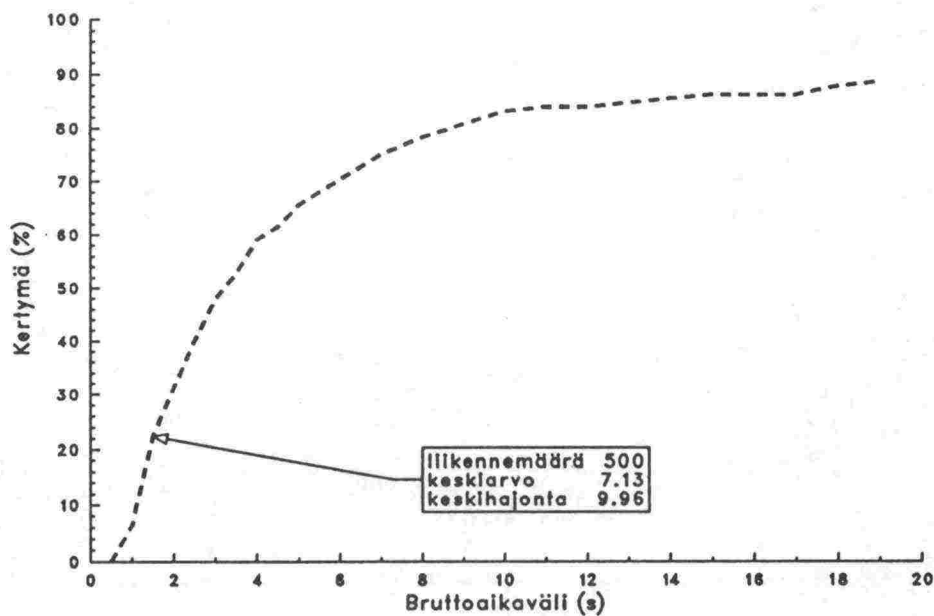


Kehä III (kt 50) Varisto
länteen ohituskaista

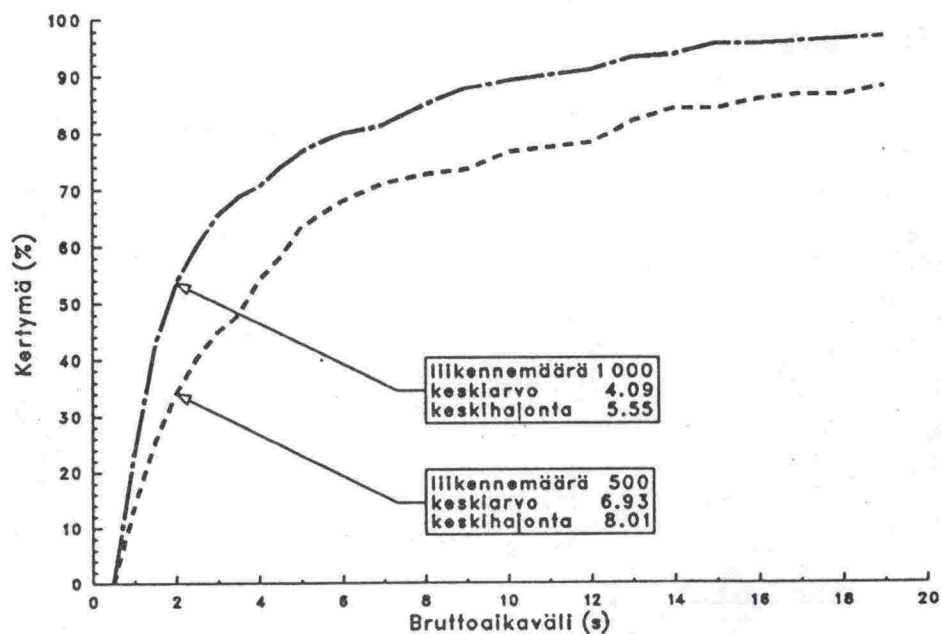


Nopeusrajoitus 60 km/h

Turuntie (mt 118) Leppävaara
itään reunakaista

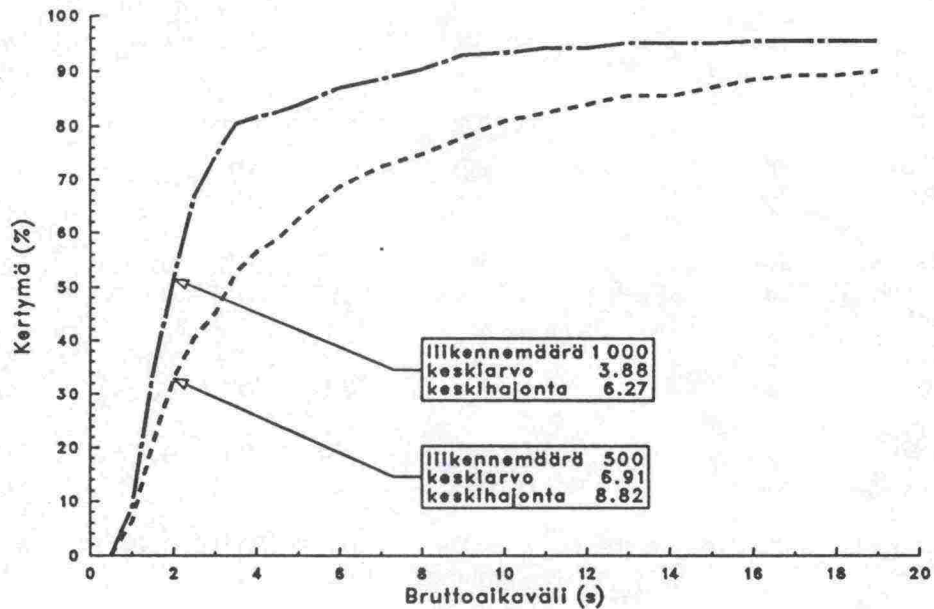


Turuntie (mt 118) Leppävaara
itään ohituskaista

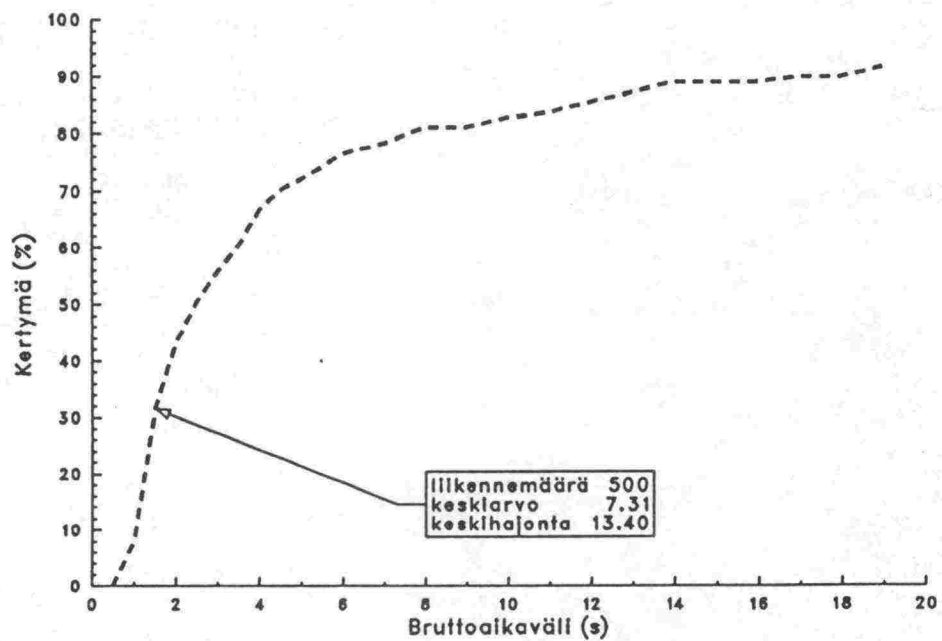


Nopeusrajoitus 70 km/h

Vihdintie (mt 120) Konala
pohjoiseen reunakaista



Vihdintie (mt 120) Konala
pohjoiseen ohituskaista



Aikavälijakauman keskihajonnan (σ_t) ja liikennemäärän tuntiaron (q) riippuvai-
suuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihtelualue. Regressiomalli
 $\sigma_t = 3\,600 * (1/(q/1\,000))$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihtelualue
					Vakio	Kerroin	R ²	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna ohitus	-1,327	0,0012	0,9558	768 - 1 609
					0,673	0,0011	0,9742	164 - 1 412
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna ohitus	-1,187	0,0012	0,9715	825 - 1 510
					0,137	0,0012	0,9333	157 - 1 322
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	0,734	0,0011	0,8632	492 - 1 353
					1,240	0,0013	0,9362	364 - 1 481
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna ohitus	-0,484	0,0010	0,9543	840 - 1 859
					0,361	0,0012	0,9685	301 - 1 838
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna ohitus	1,097	0,0009	0,7812	593 - 1 348
					2,714	0,0010	0,9142	171 - 1 416
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna ohitus	-0,075	0,0009	0,7706	644 - 1 239
					4,871	0,0010	0,7893	88 - 446
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna ohitus	4,616	0,0007	0,0519	582 - 865
					3,979	0,0010	0,4999	160 - 811
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna ohitus	-1,190	0,0012	0,8291	532 - 1 157
					-1,482	0,0013	0,9430	52 - 421
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	1,177	0,0010	0,8249	322 - 824
					2,885	0,0011	0,8136	127 - 864
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna ohitus	9,617	-0,000001	0,0000	443 - 722
					-0,537	0,0011	0,6627	248 - 697

Aikavälijakauman suhteellisen keskihajonnan (σ_{ts}) ja liikennemäärän tuntiarvon (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluväli. Regressiomalli $\sigma_{ts} = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

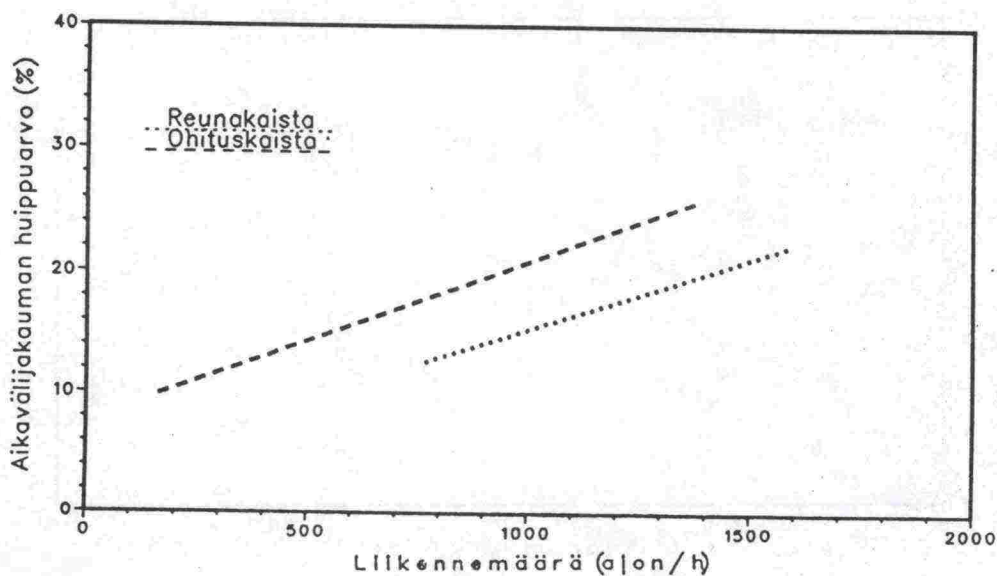
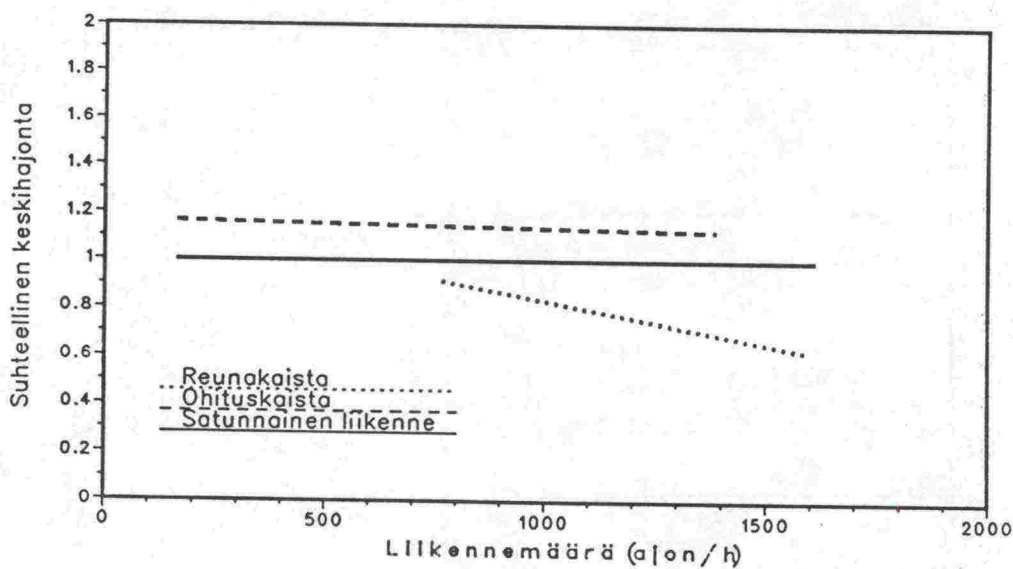
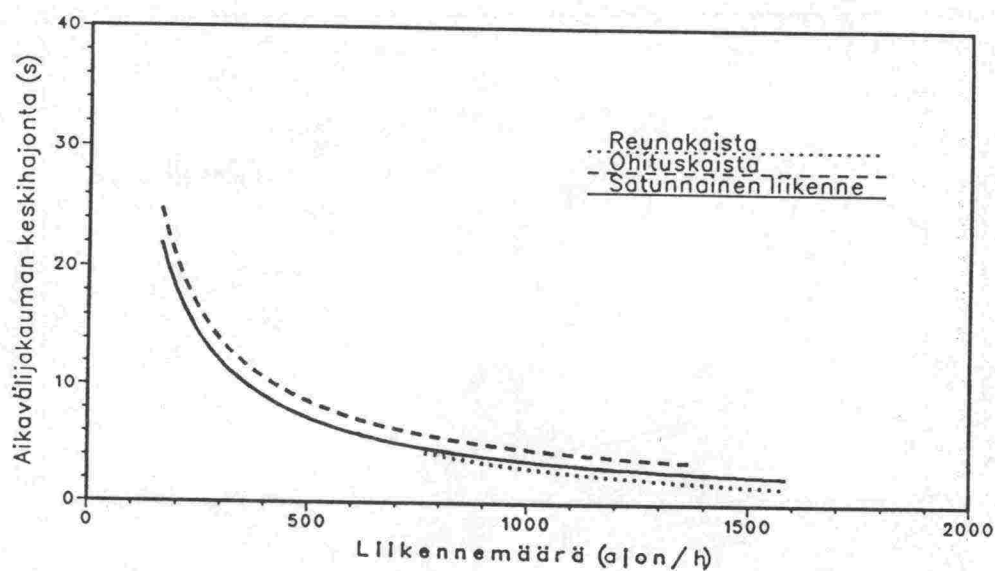
Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihteluväli
					Vakio	Kerroin	R ²	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna ohitus	1,181	-0,00035	0,7697	768 - 1 609
					1,169	-0,00003	0,0150	164 - 1 412
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna ohitus	1,154	-0,00033	0,8073	825 - 1 510
					1,200	0,00001	0,0015	157 - 1 322
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	1,130	0,00015	0,0905	492 - 1 353
					1,353	0,00230	0,3009	364 - 1 481
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna ohitus	1,089	-0,00018	0,4309	840 - 1 859
					1,311	-0,00005	0,0218	301 - 1 838
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna ohitus	0,906	0,00033	0,2708	593 - 1 348
					1,136	0,00049	0,5223	171 - 1 416
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna ohitus	0,953	-0,00007	0,0159	644 - 1 239
					1,168	0,00036	0,0554	88 - 446
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna ohitus	0,841	0,00086	0,1745	582 - 865
					1,165	0,00089	0,1974	160 - 811
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna ohitus	1,228	-0,00034	0,2538	532 - 1 157
					1,109	0,00060	0,1287	52 - 421
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	1,074	0,00012	0,0159	322 - 824
					1,203	0,00051	0,2582	127 - 864
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna ohitus	0,313	0,00204	0,7684	443 - 722
					1,127	0,00063	0,4277	248 - 697

Aikavälijakauman huippuarvon (t_h) ja liikennemäärän tuntiaron riippuvai-
suuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluarvo. Regressiomalli
 $t_h = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihteluarvo
					Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna ohitus	3,582	0,0117	0,7827	768 - 1 609
					7,741	0,0131	0,7909	164 - 1 412
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna ohitus	6,178	0,0104	0,7884	825 - 1 510
					6,446	0,0137	0,8637	157 - 1 322
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	2,994	0,0205	0,8031	492 - 1 353
					9,984	0,0181	0,8825	364 - 1 481
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna ohitus	-1,040	0,0179	0,9628	840 - 1 859
					6,820	0,0146	0,9326	301 - 1 838
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna ohitus	0,361	0,0198	0,9069	593 - 1 348
					6,824	0,0172	0,8179	171 - 1 416
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna ohitus	0,519	0,0160	0,8090	644 - 1 239
					7,456	0,0130	0,3260	88 - 446
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna ohitus	-0,849	0,0268	0,4844	582 - 865
					9,766	0,0173	0,3740	160 - 811
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna ohitus	4,285	0,0123	0,6864	532 - 1 157
					9,231	0,0062	0,0646	52 - 421
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	1,597	0,0221	0,6873	322 - 824
					8,561	0,0166	0,6076	127 - 864
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna ohitus	-4,886	0,0402	0,7225	443 - 722
					7,946	0,0215	0,4608	248 - 697

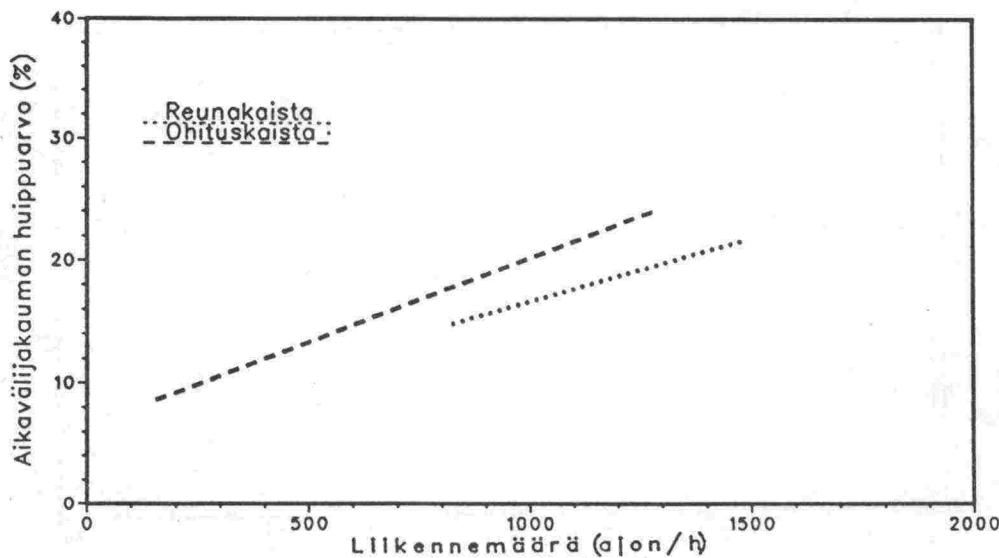
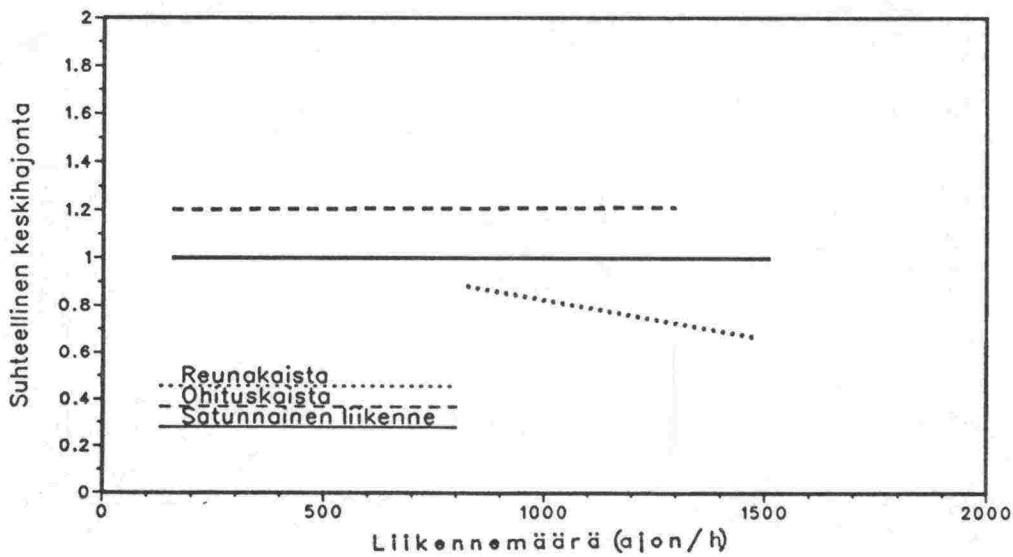
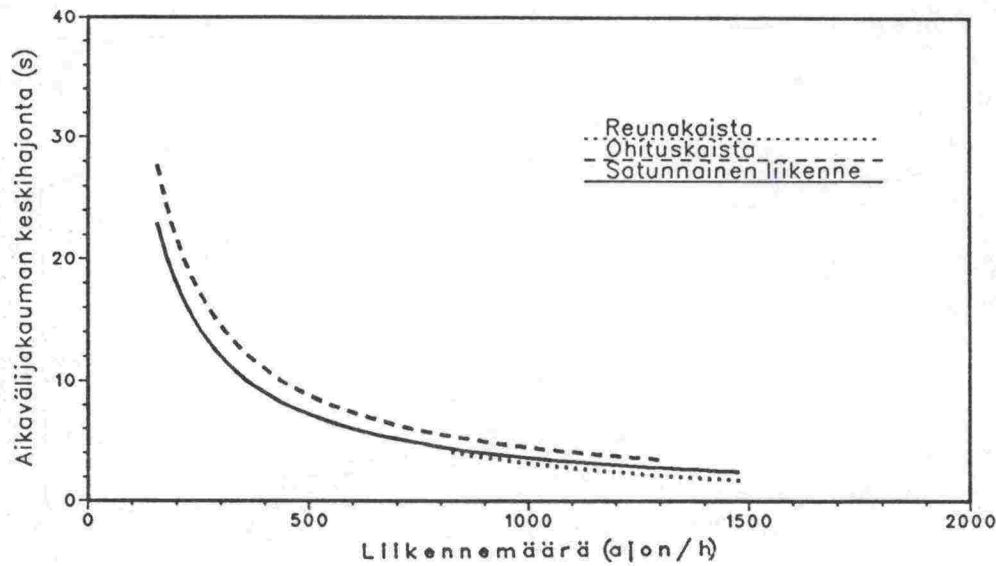
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela etelään

80



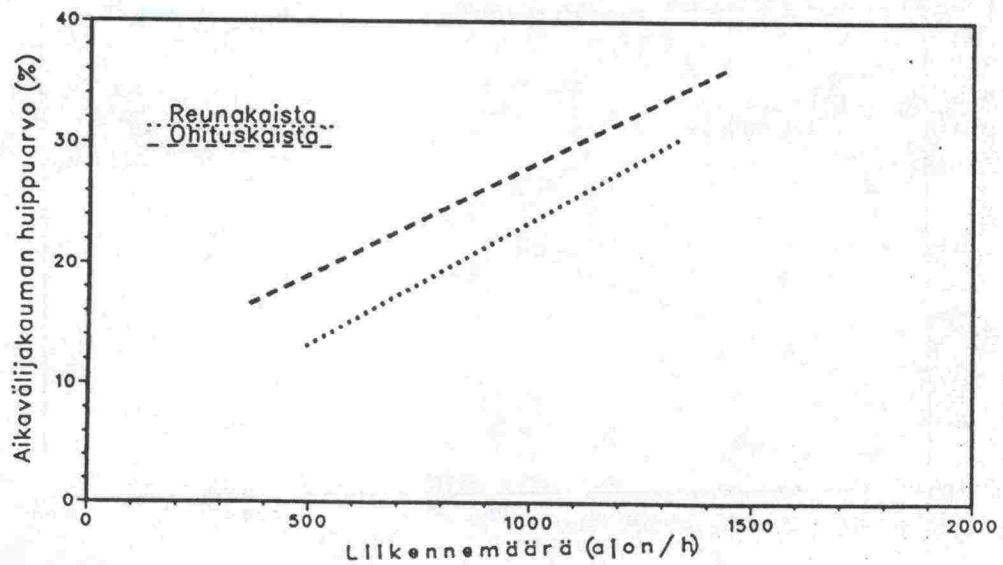
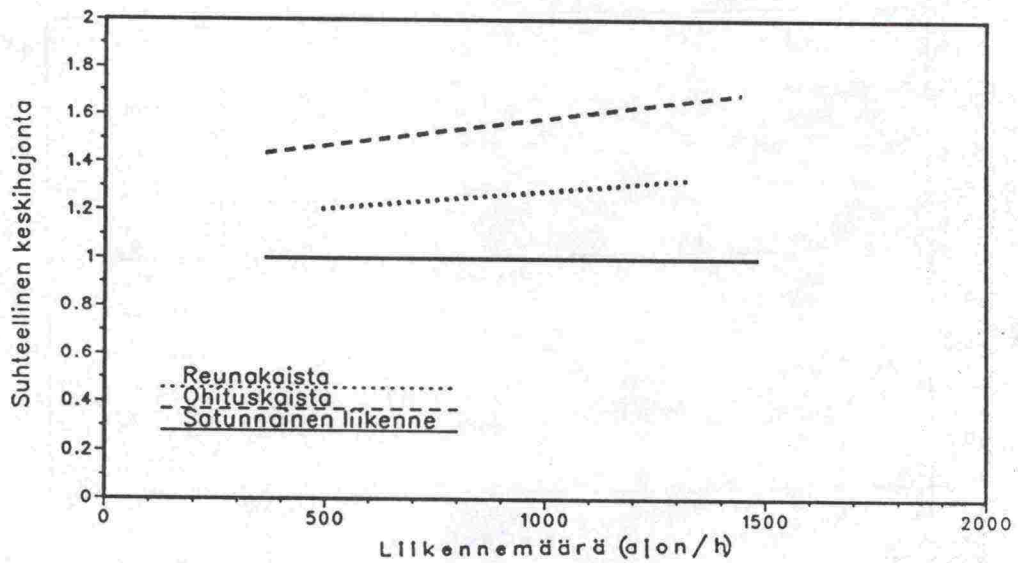
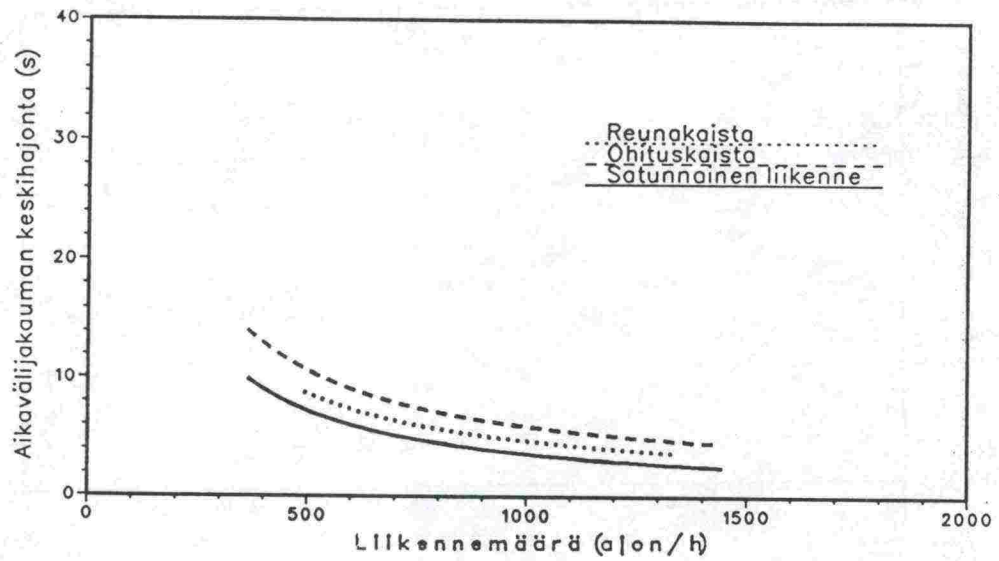
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela pohjoiseen

80



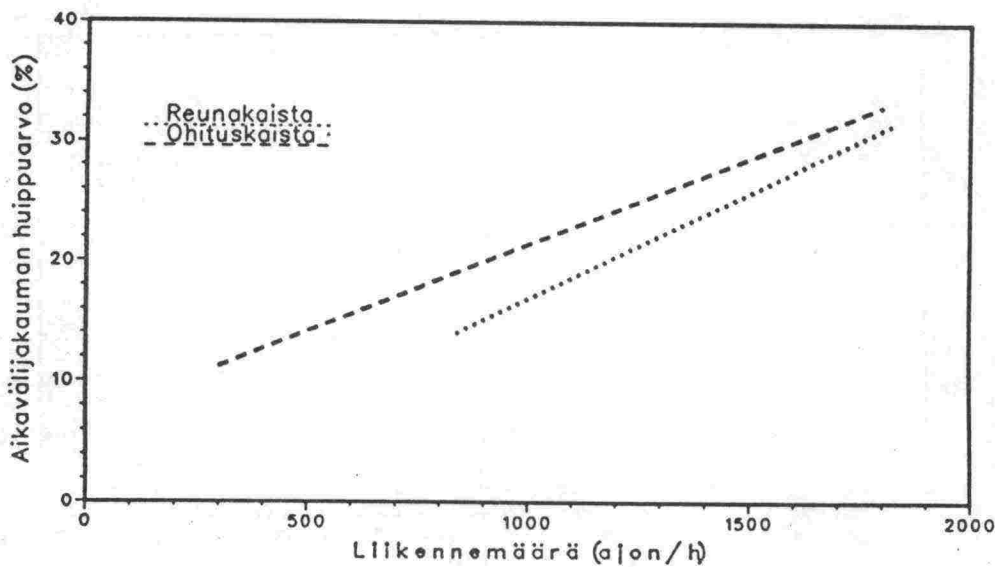
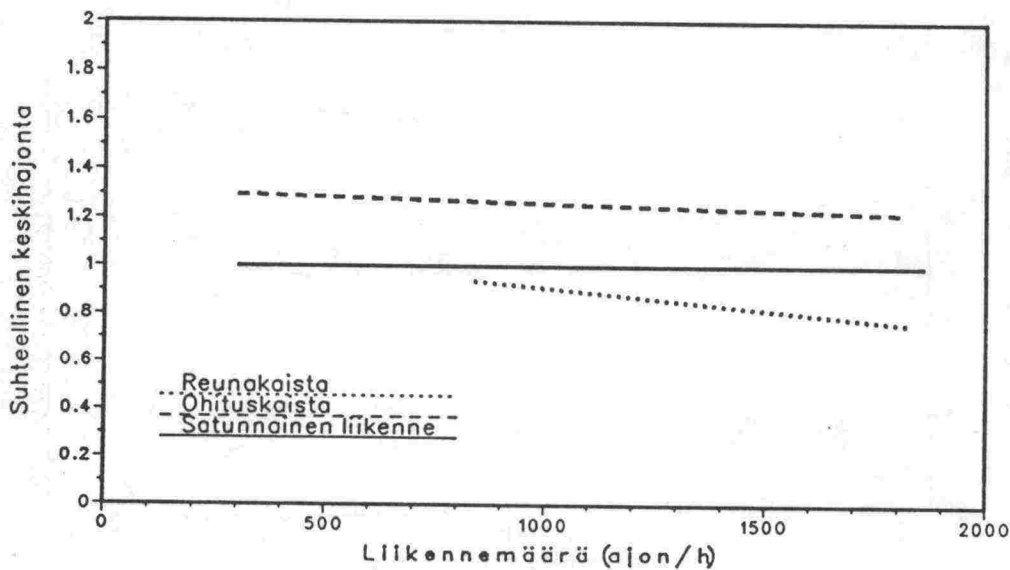
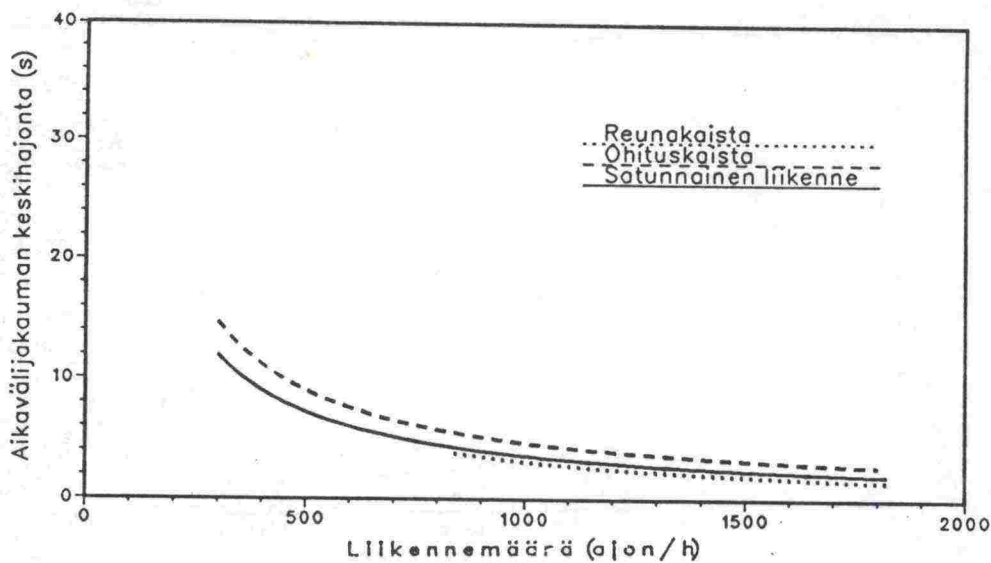
Kehä I (mt 1141) Leppävaara itään

60



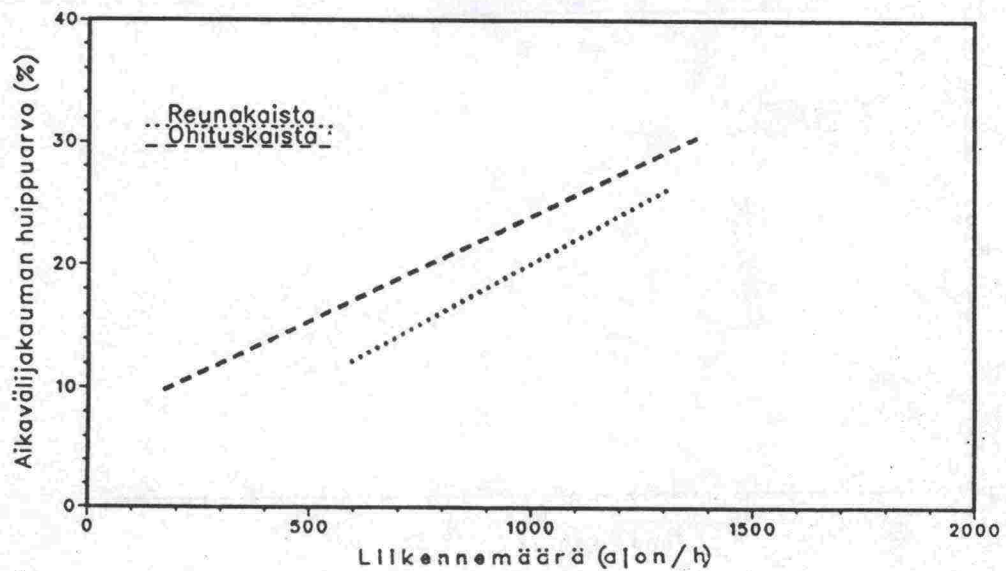
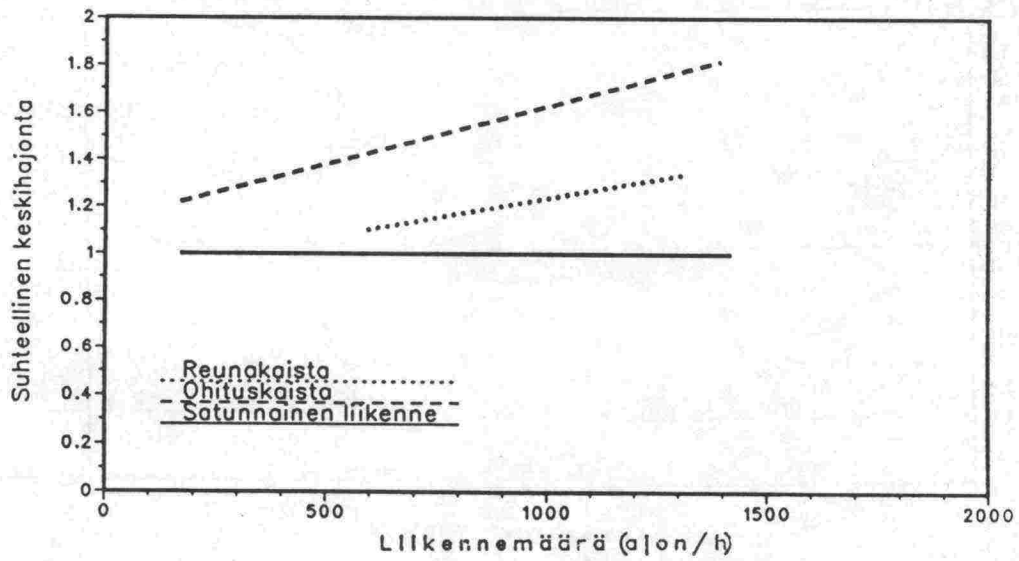
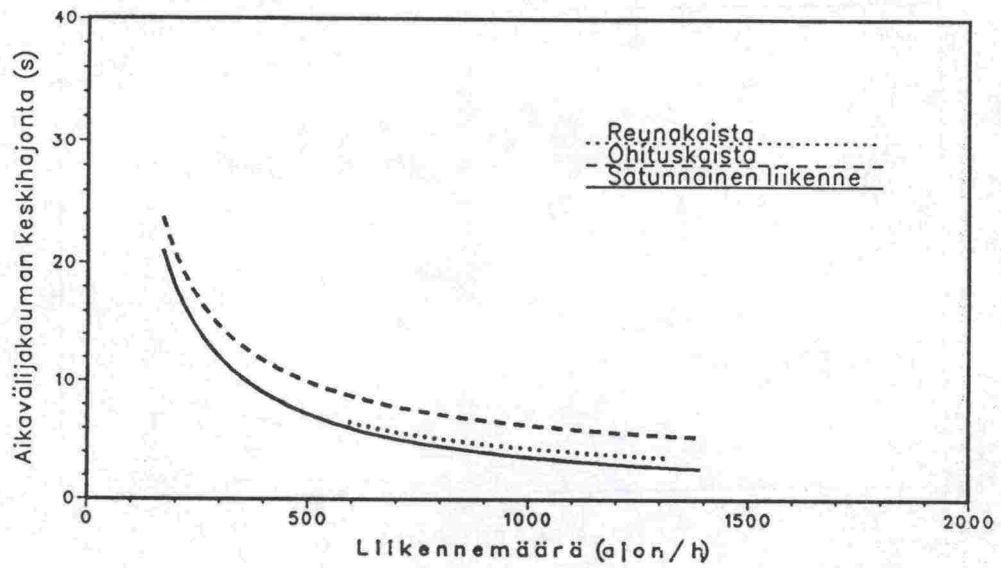
Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila itään

(80)



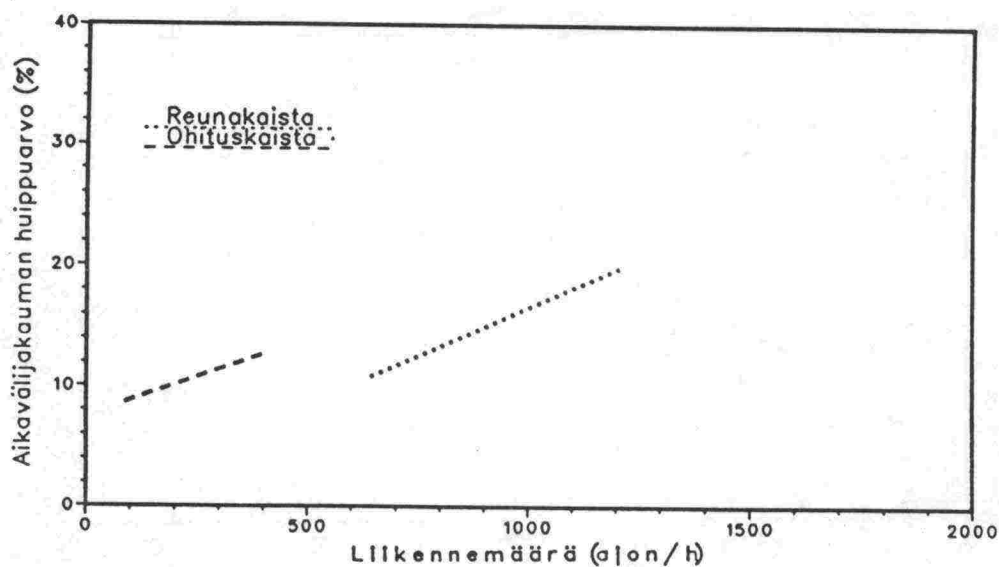
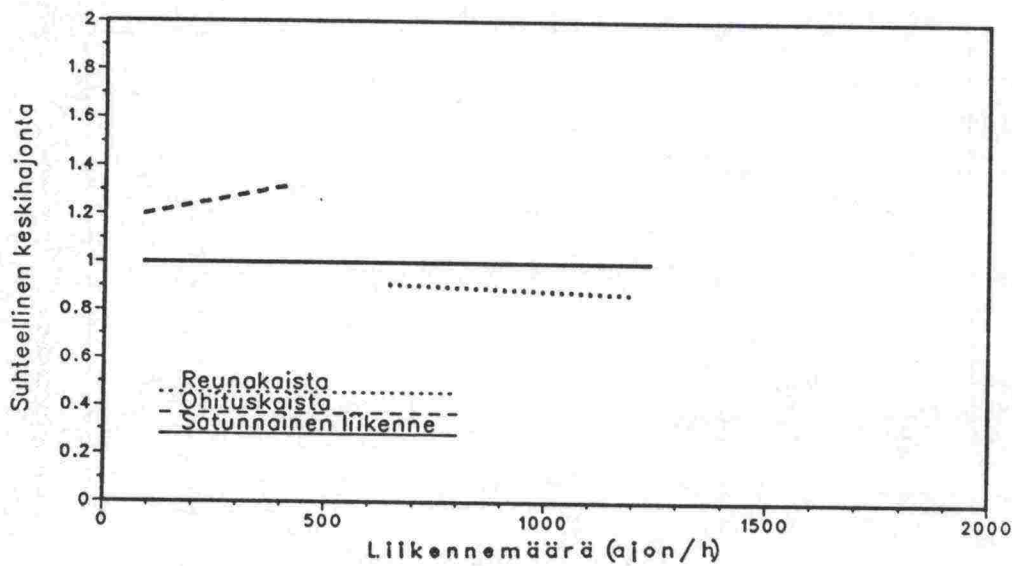
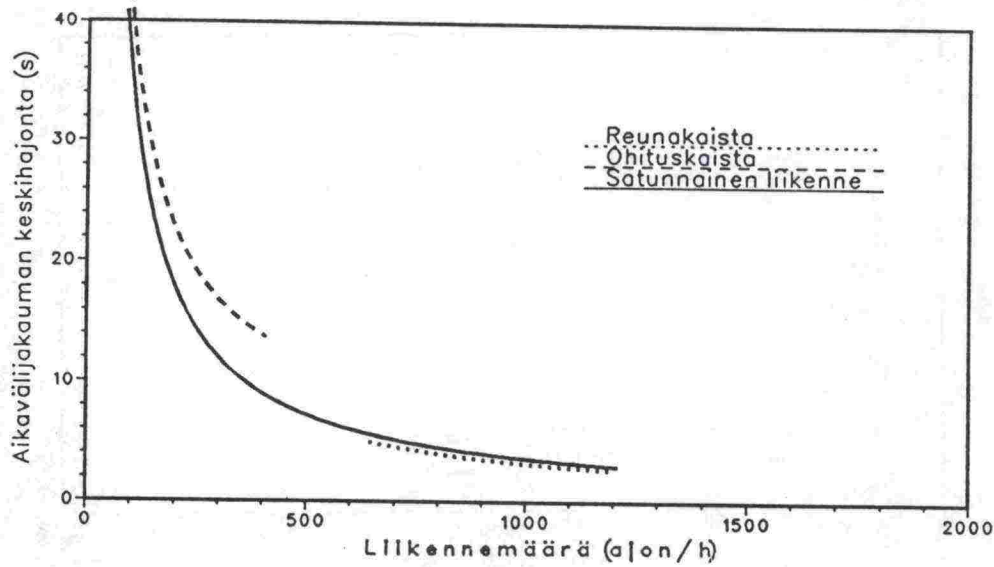
Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola länteen

70



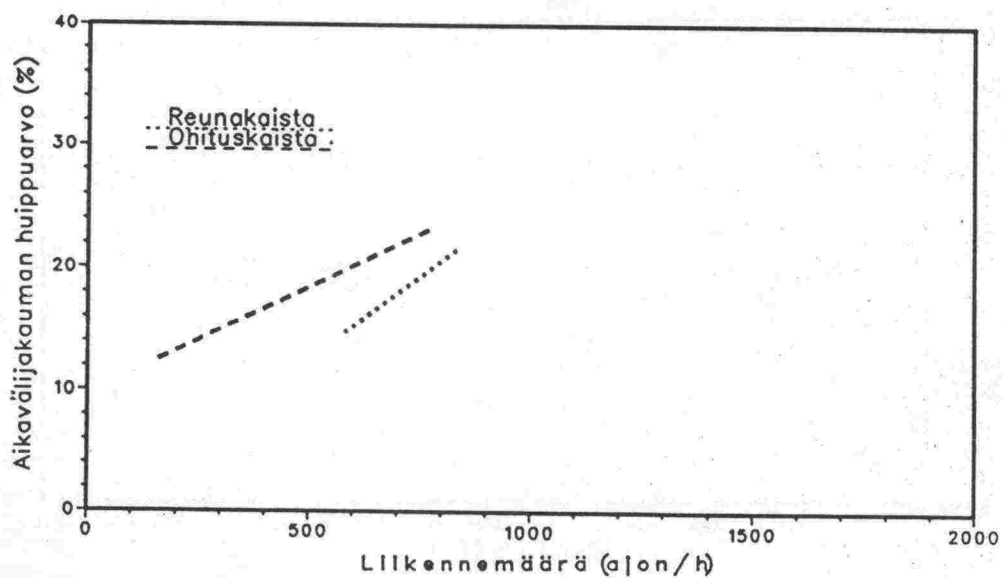
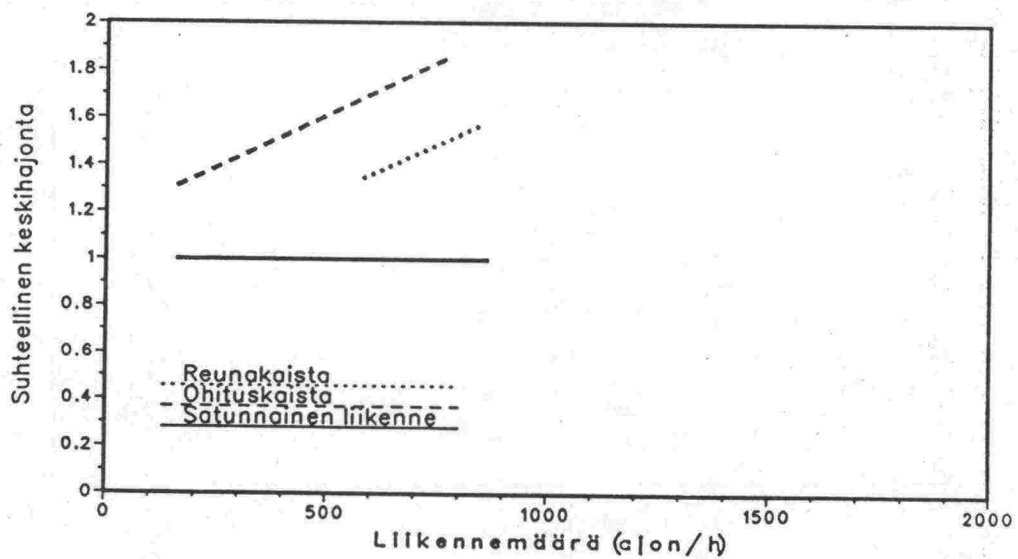
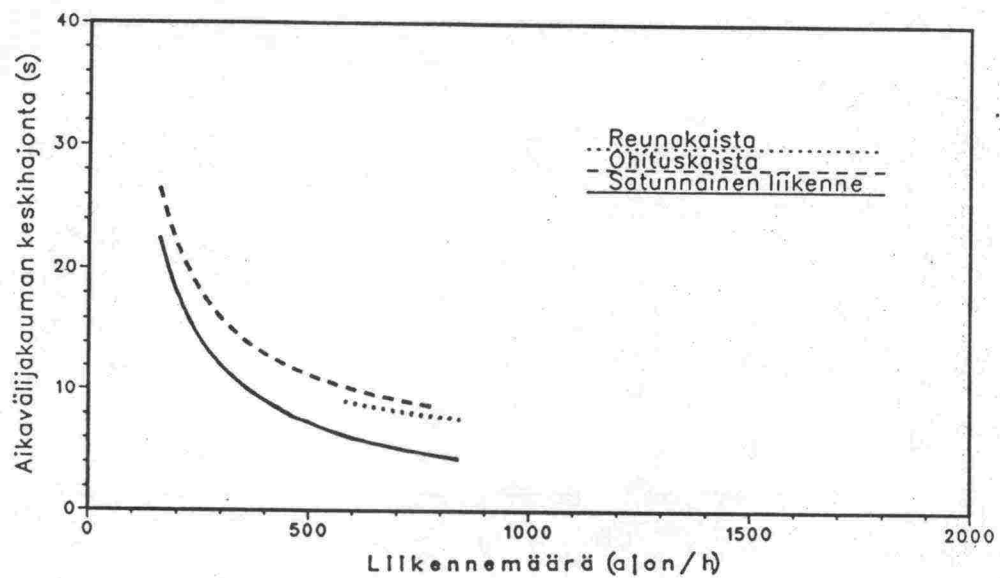
Kehä III (kt 50) Seutula länteen

80



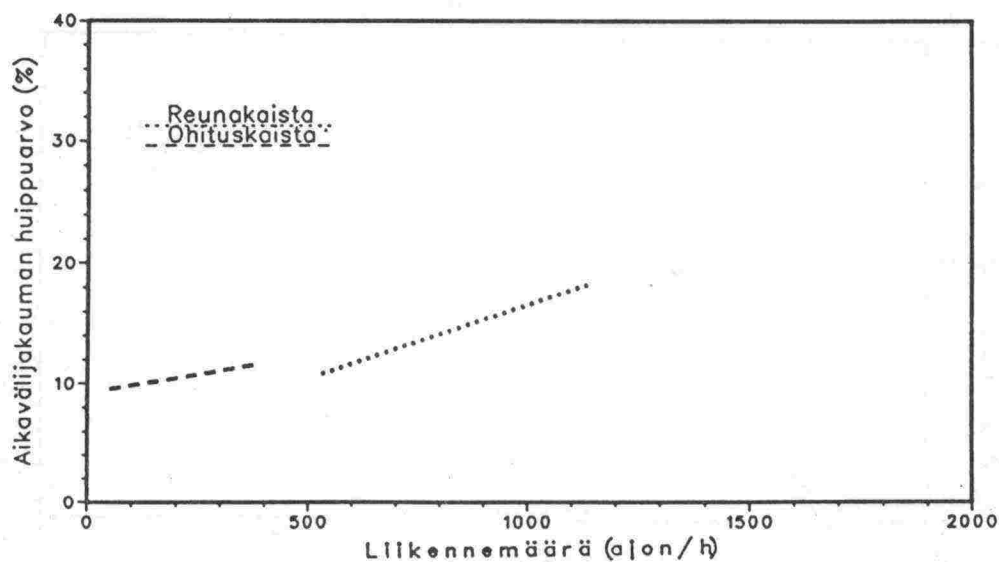
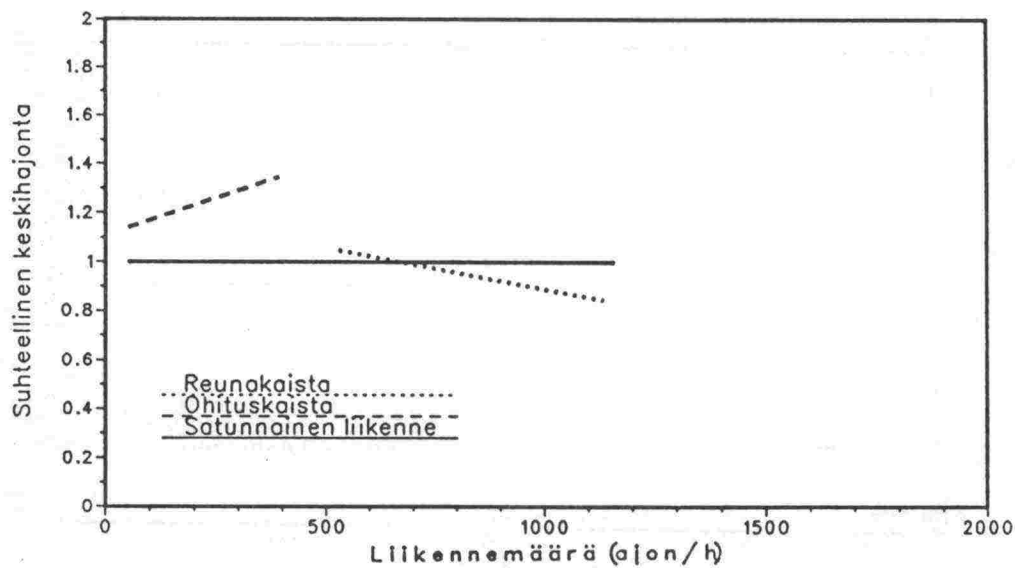
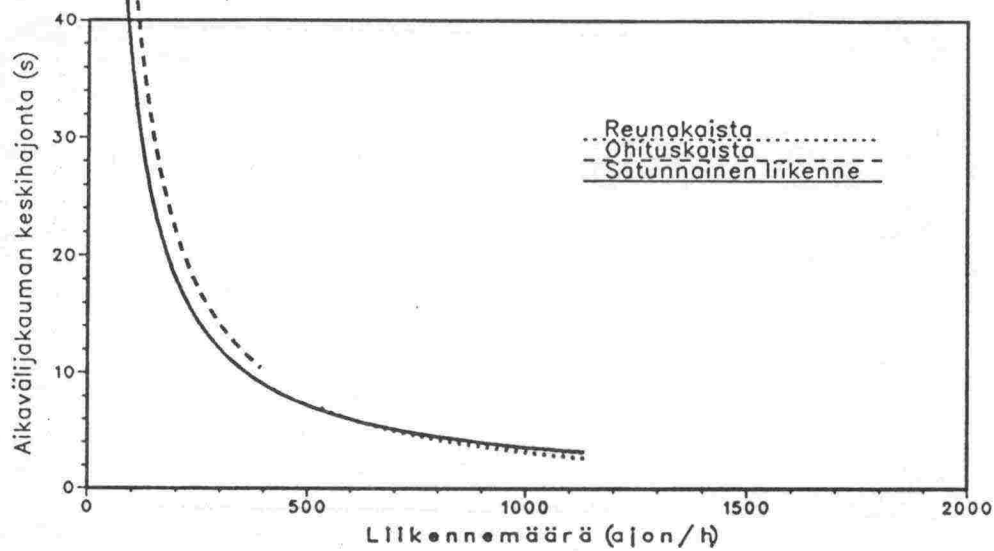
Kehä III (kt 50) Tuupakka itään

70



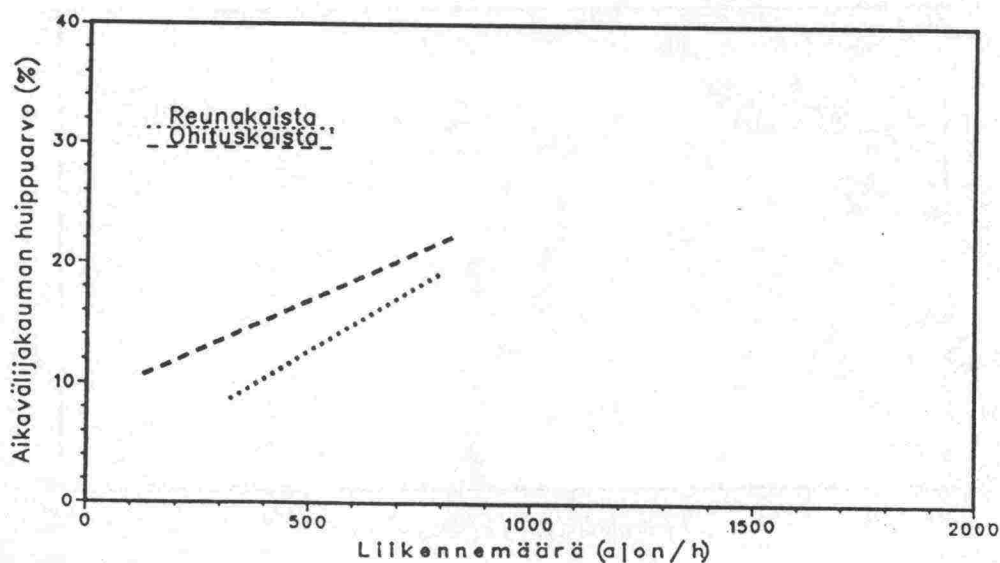
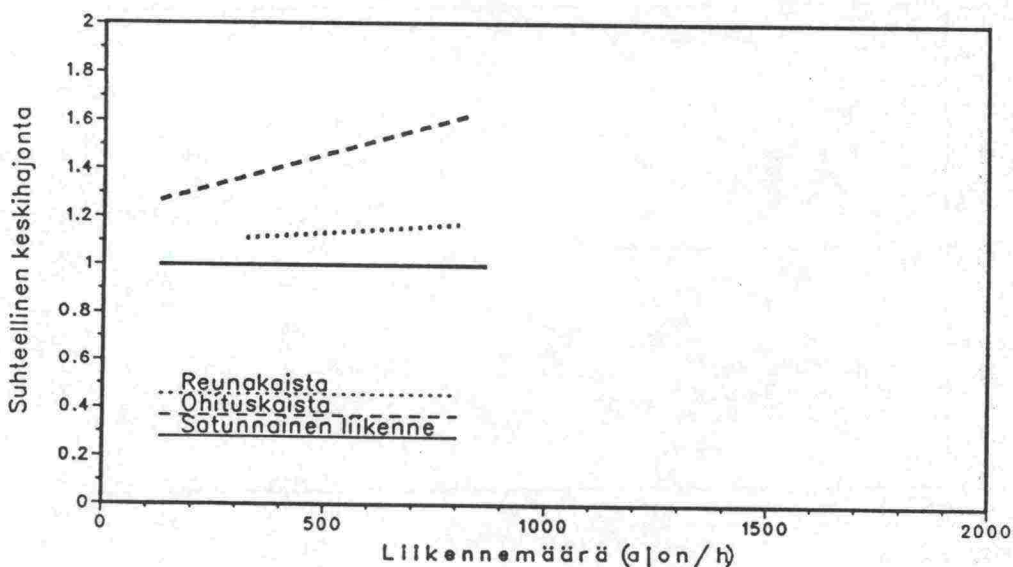
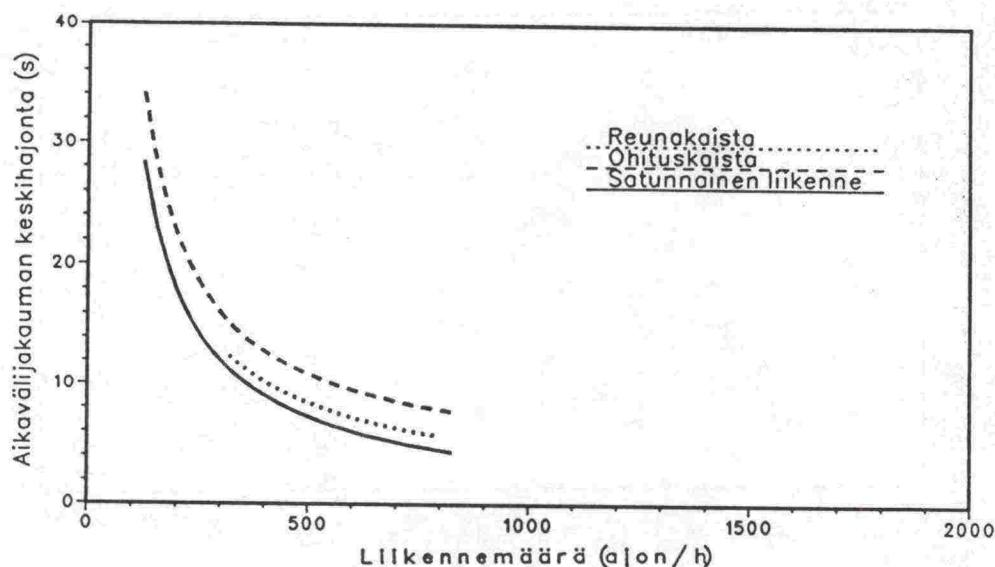
Kehä III (kt 50) Varisto lönteen

80



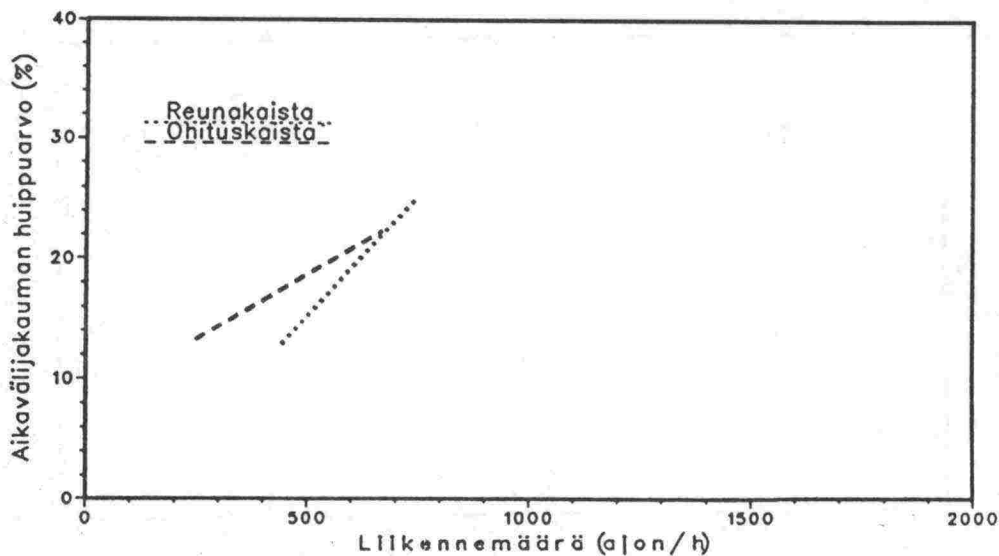
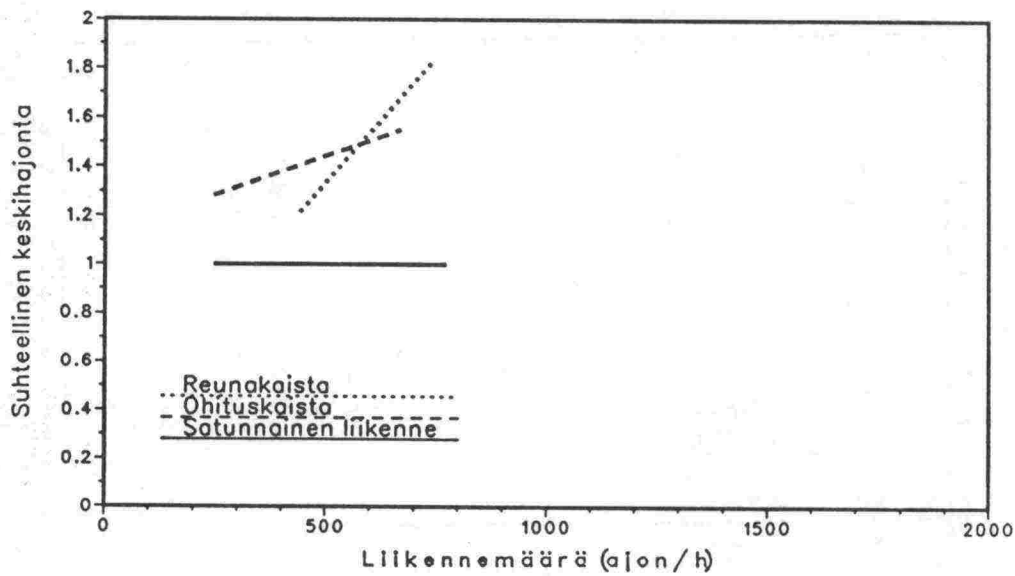
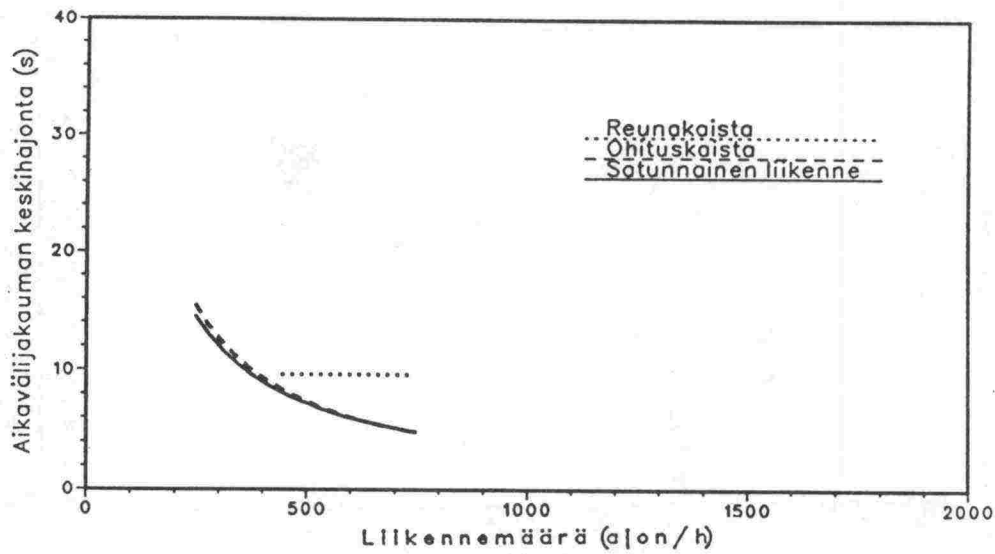
Turuntie (mt 118) Leppävaara itään

60



Vihdintie (mt 120) Konala pohjoiseen

70



Suhteellisen kaistajakauman (k_s) sekä absoluuttisen kaistajakauman (k_a) ja liikennemäärän tuntiaron (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluväli. Suhteellisen kaistajakauman regressiomalli $k_s = \text{vakio} + \text{kerroin1} * (q/1\ 000) + \text{kerroin2} * (q/1\ 000)^2$. Absoluuttisen kaistajakauman regressiomalli $k_a = \text{vakio} * (q/1\ 000) + \text{kerroin1} * (q/1\ 000)^2 + \text{kerroin2} * (q/1\ 000)^3$.

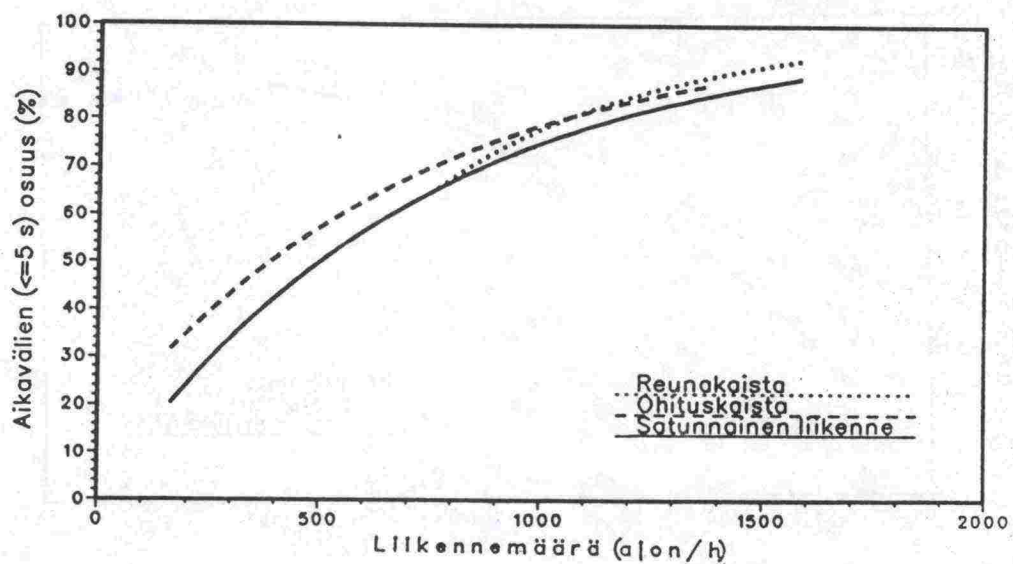
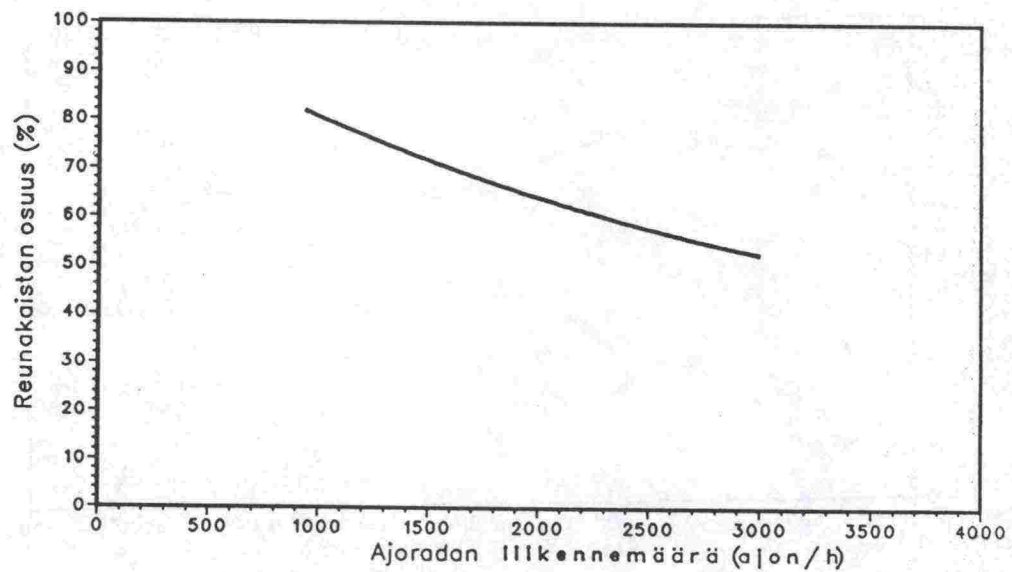
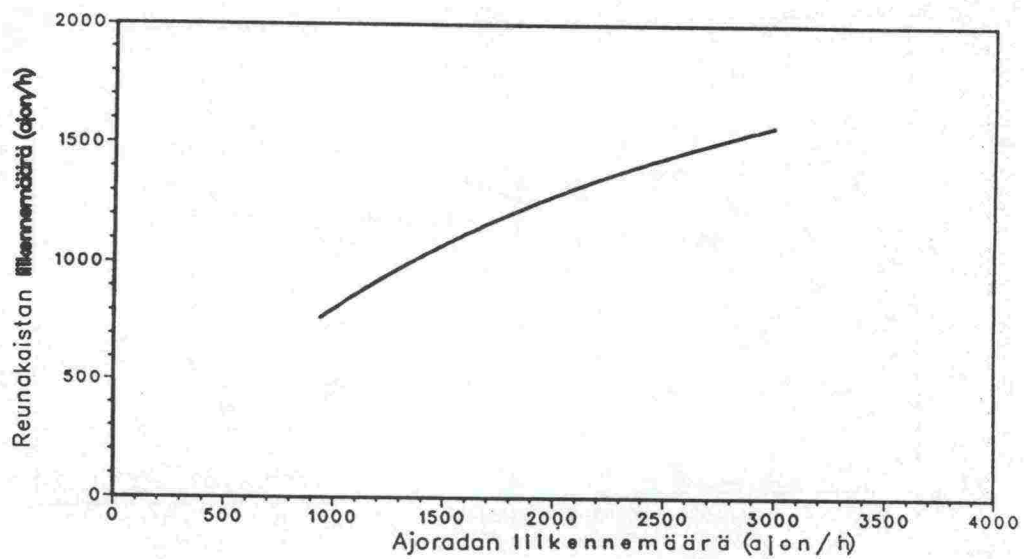
Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Regressiokertoimet			$\frac{R^2 k_s}{R^2 k_a}$	Liikennemäärän vaihteluväli
				Vakio	Kerroin1	Kerroin2		
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	102,053	-23,824	2,437	0,9613/ 0,9927	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	97,190	-15,244	-0,176	0,9699/ 0,9933	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	72,417	-18,424	3,261	0,8756/ 0,9949	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	97,723	-25,190	3,332	0,9370/ 0,9877	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	95,109	-27,161	3,770	0,9326/ 0,9952	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	108,017	-38,751	10,017	0,7203/ 0,9889	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	108,263	-59,990	16,070	0,7793/ 0,9441	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	106,594	-32,775	7,558	0,5590/ 0,9724	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	93,162	-53,938	16,916	0,8216/ 0,9854	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	66,770	-2,339	-5,036	0,8366/ 0,9911	704 - 1 451

Viiden sekunnin ja sitä pienempien aikavälien osuuden (t_5) ja liikennemäärän tunti-arvon (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluarvo. Regressiomalli $t_5 = 1 - e^{\text{vakio} + \text{kerroin} * q}$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihteluarvo
					Vakio	Kerroin	R ²	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna ohitus	0,386 -0,151	-0,0019 -0,0014	0,9457 0,9780	768 - 1 609 164 - 1 412
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna ohitus	0,751 -0,173	-0,0023 -0,0014	0,9823 0,9753	825 - 1 510 157 - 1 322
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	-0,087 -0,279	-0,0017 -0,0017	0,9405 0,9718	492 - 1 353 364 - 1 481
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna ohitus	0,536 -0,215	-0,0021 -0,0015	0,9666 0,9884	840 - 1 859 301 - 1 838
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna ohitus	0,258 -0,107	-0,0020 -0,0018	0,9598 0,9689	593 - 1 348 171 - 1 416
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna ohitus	0,315 -0,242	-0,0019 -0,0012	0,9431 0,7038	644 - 1 239 88 - 446
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna ohitus	-0,110 -0,180	-0,0017 -0,0023	0,7731 0,8691	582 - 865 160 - 811
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna ohitus	0,093 -0,062	-0,0016 -0,0019	0,9339 0,8816	532 - 1 157 52 - 421
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	-0,044 -0,224	-0,0017 -0,0017	0,8166 0,8921	322 - 824 127 - 864
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna ohitus	0,347 -0,041	-0,0025 -0,0024	0,9709 0,9145	443 - 722 248 - 697

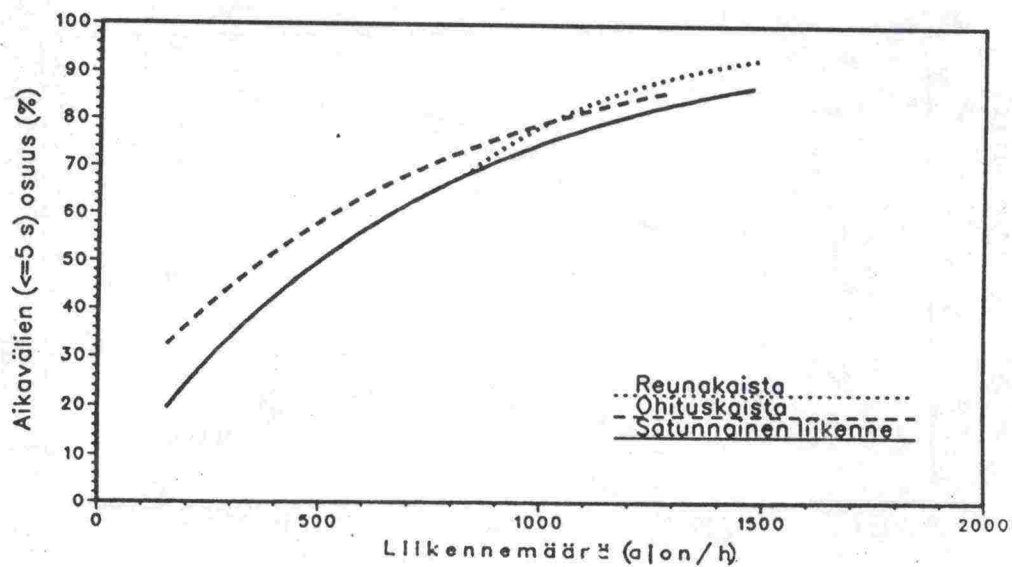
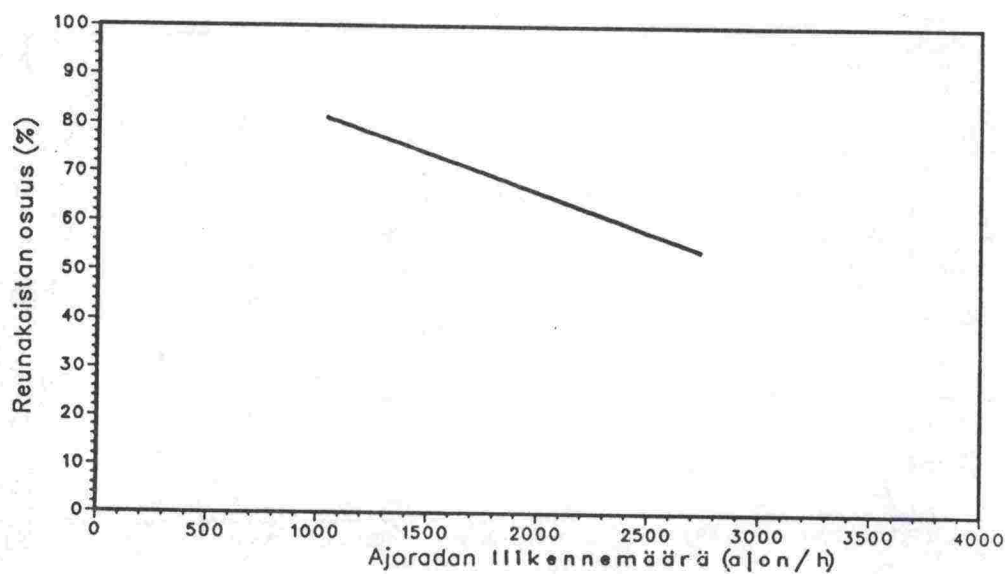
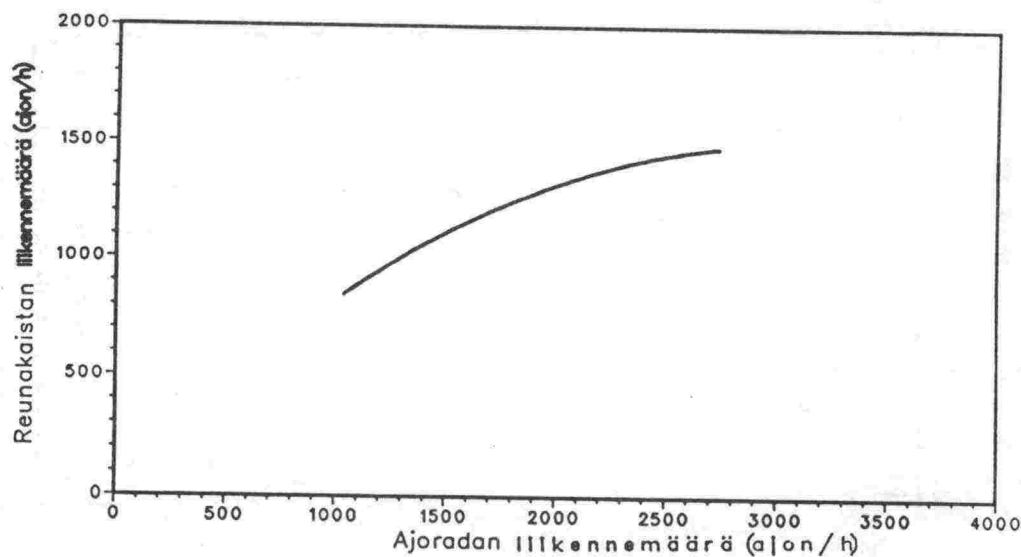
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela etelään

80



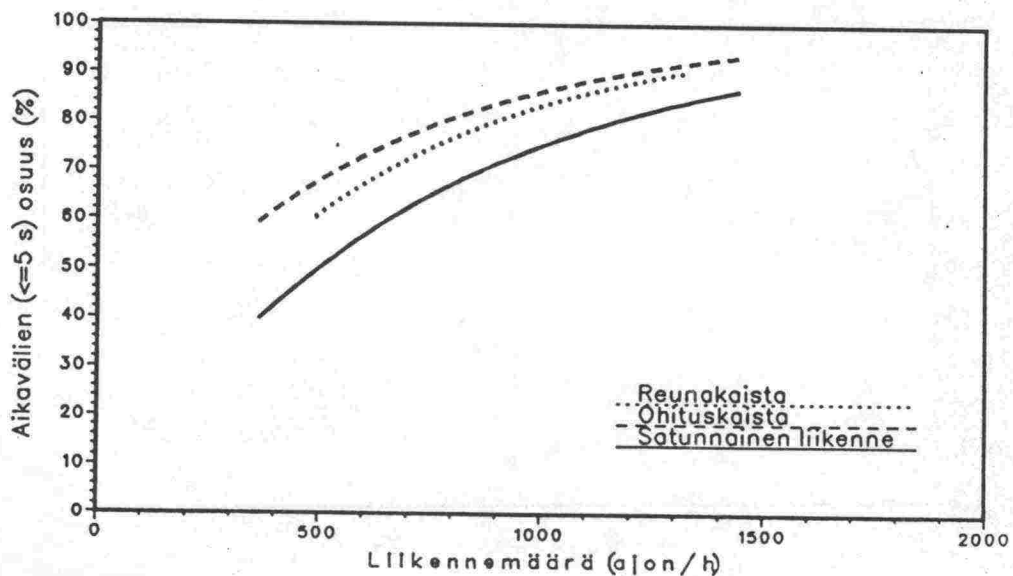
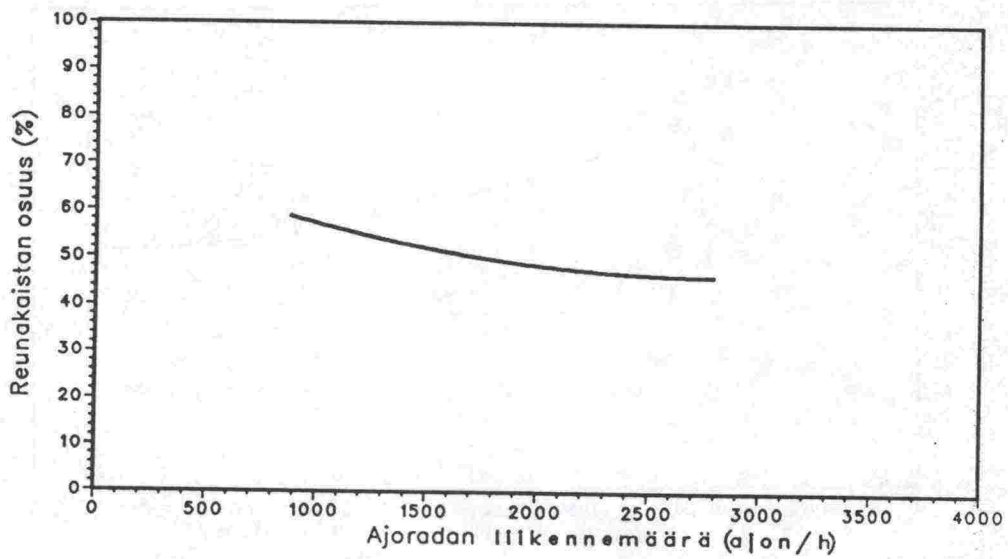
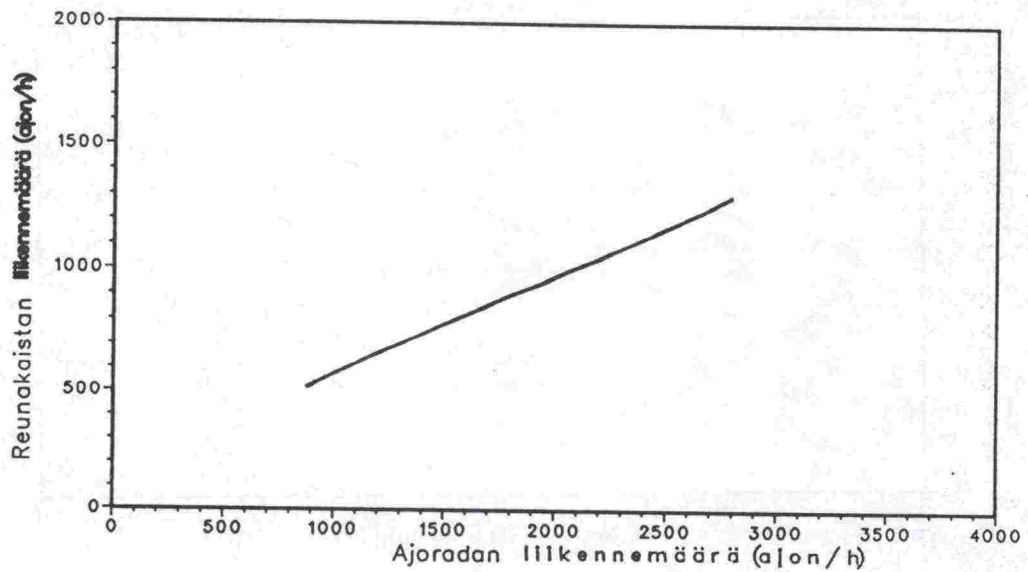
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela pohjoiseen

80



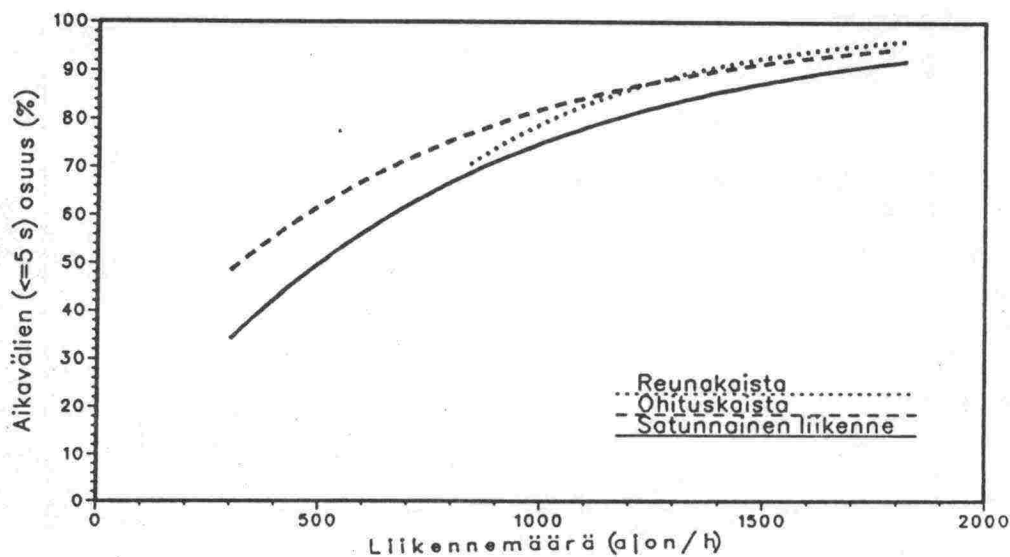
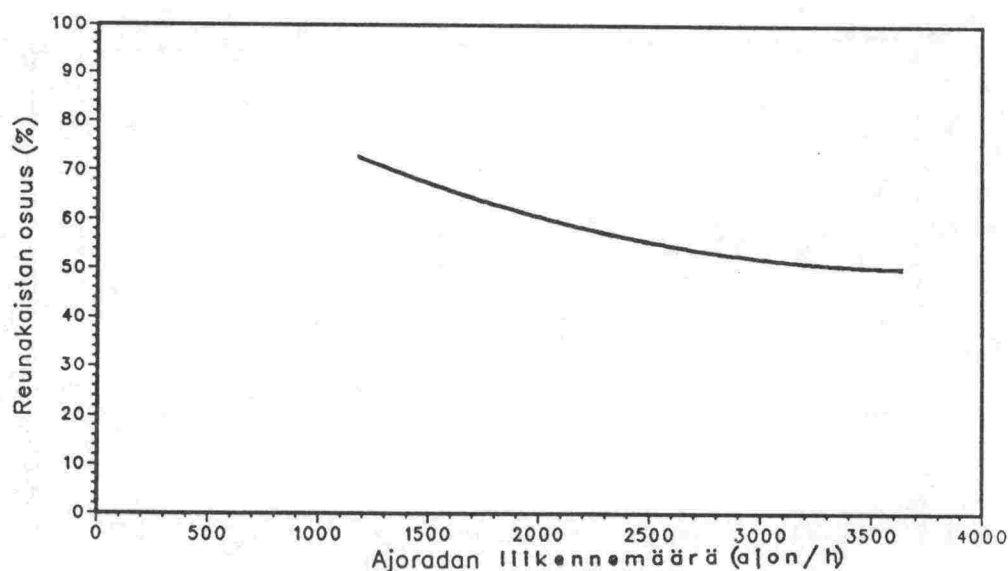
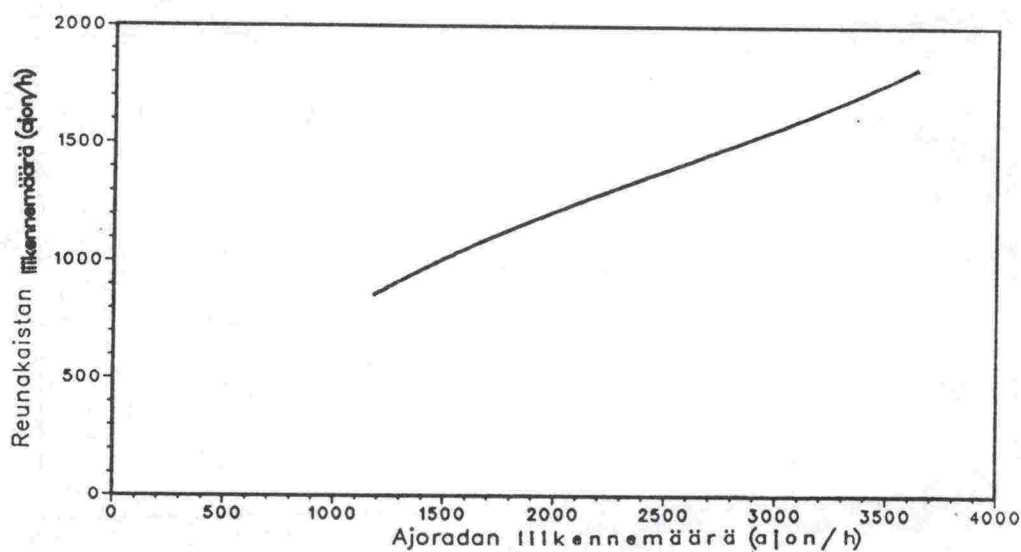
Kehä I (mt 1141) Leppävaara itään

60



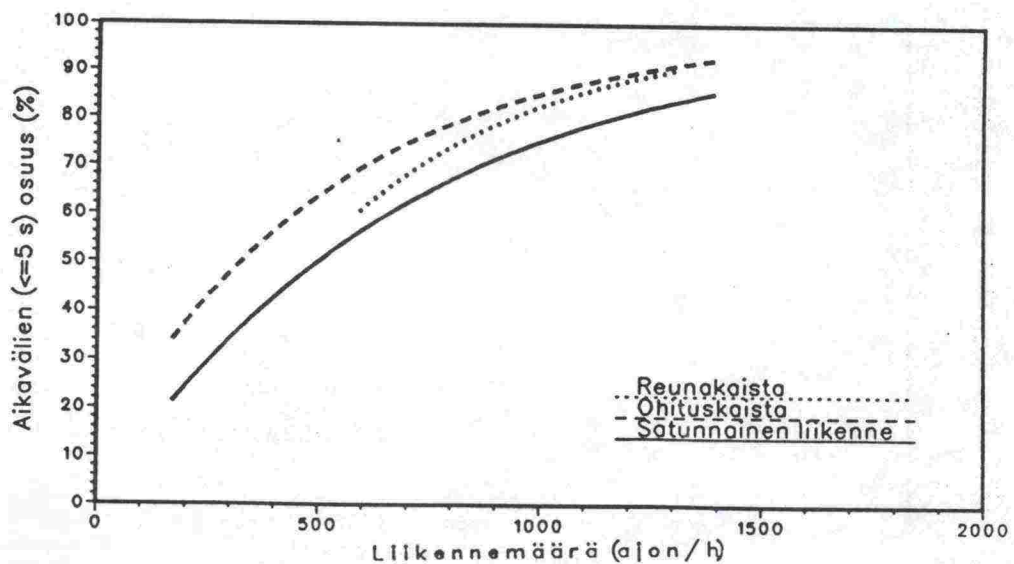
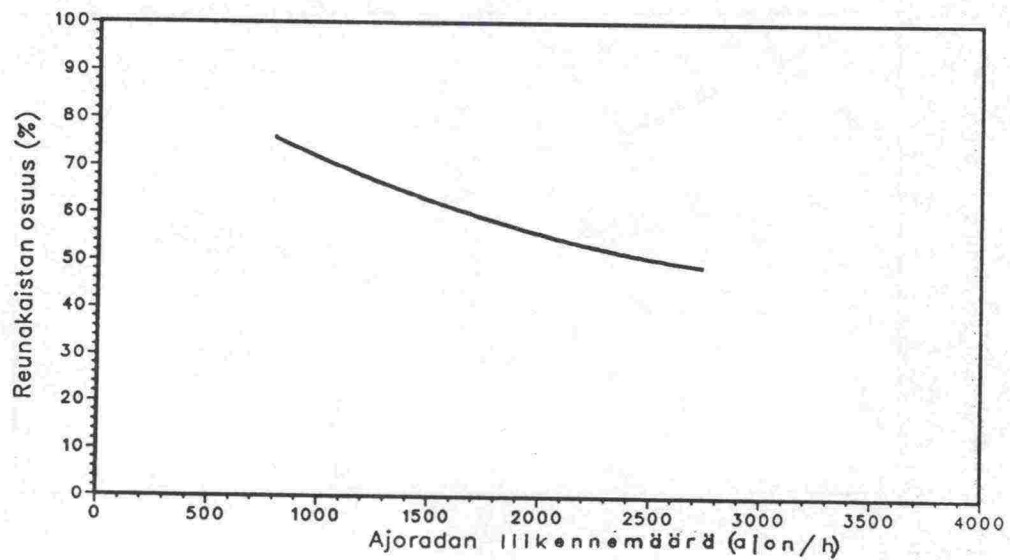
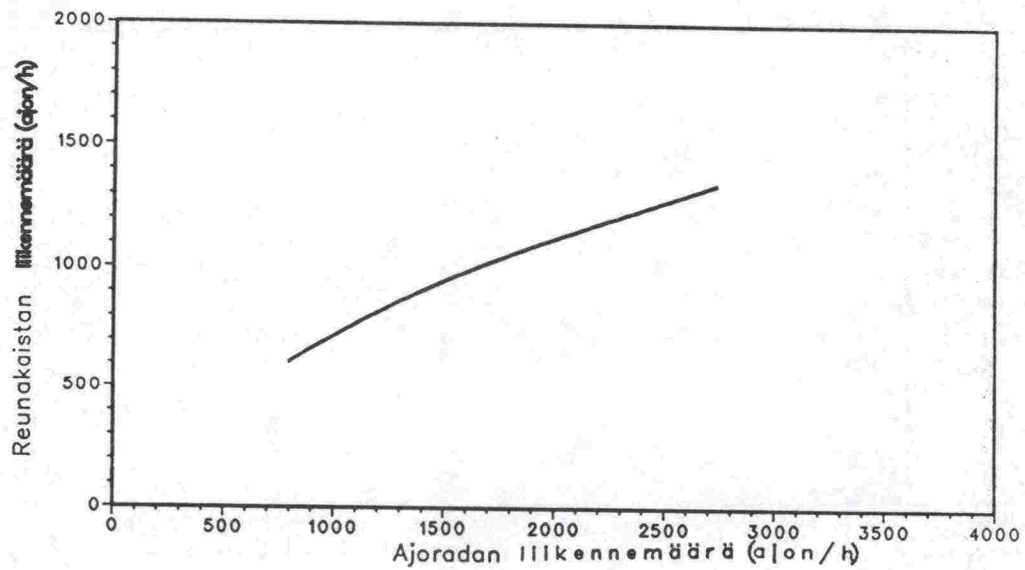
Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila itään

(80)



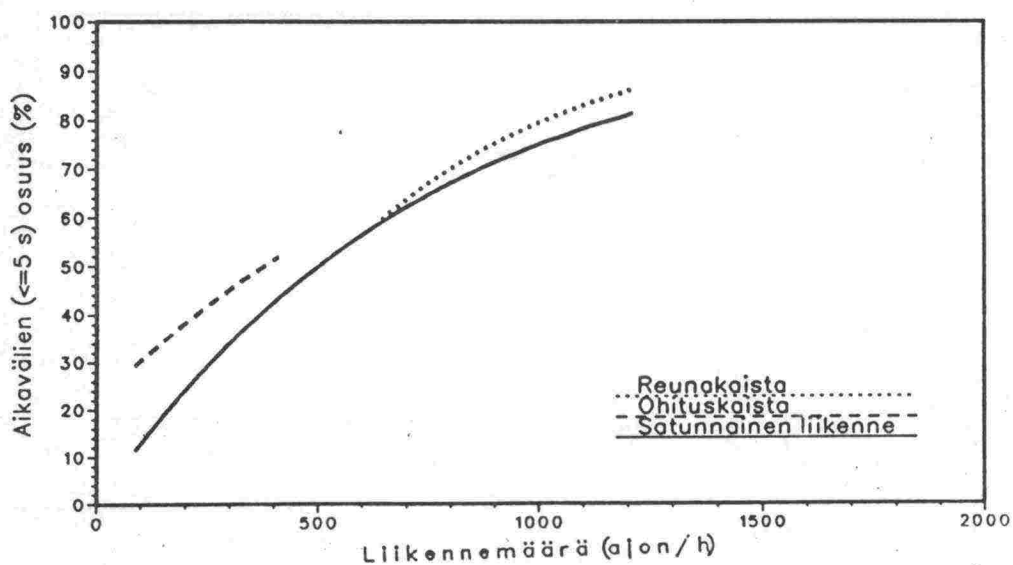
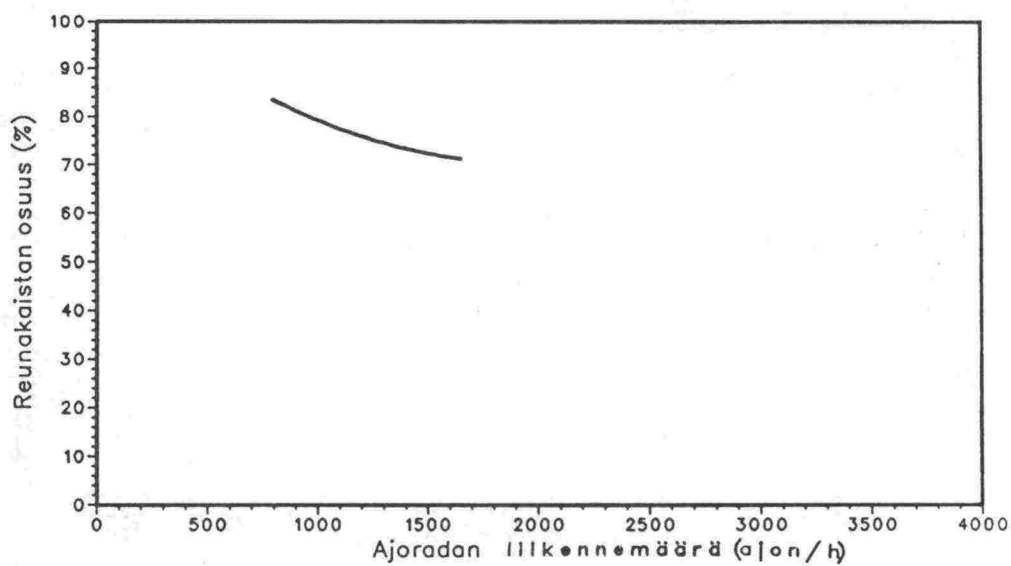
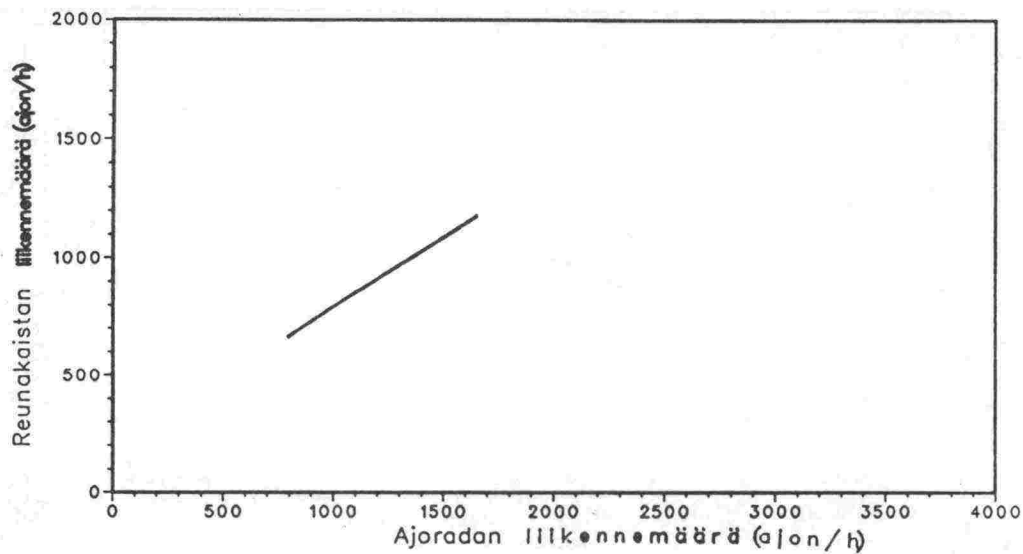
Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola länteen

70



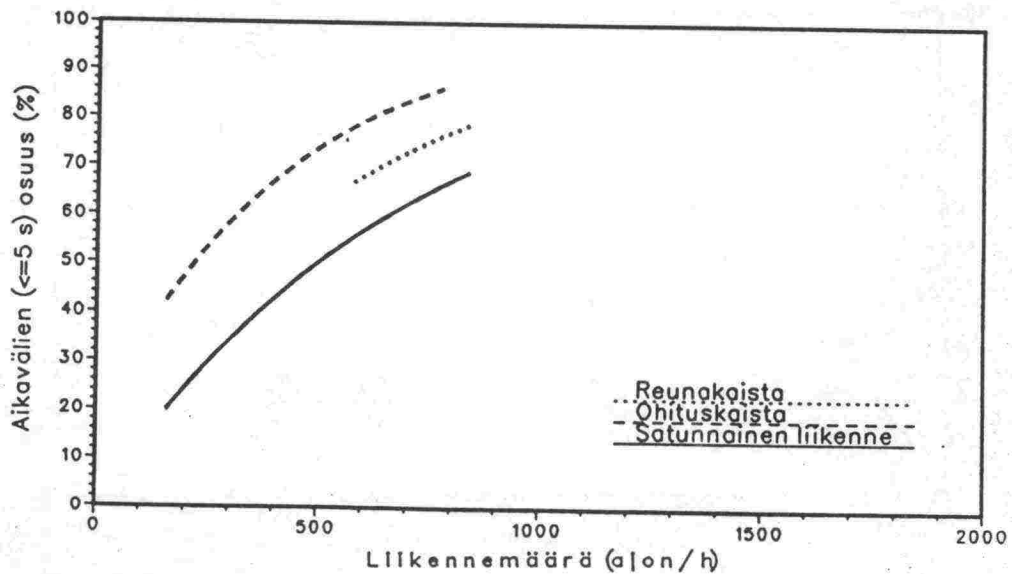
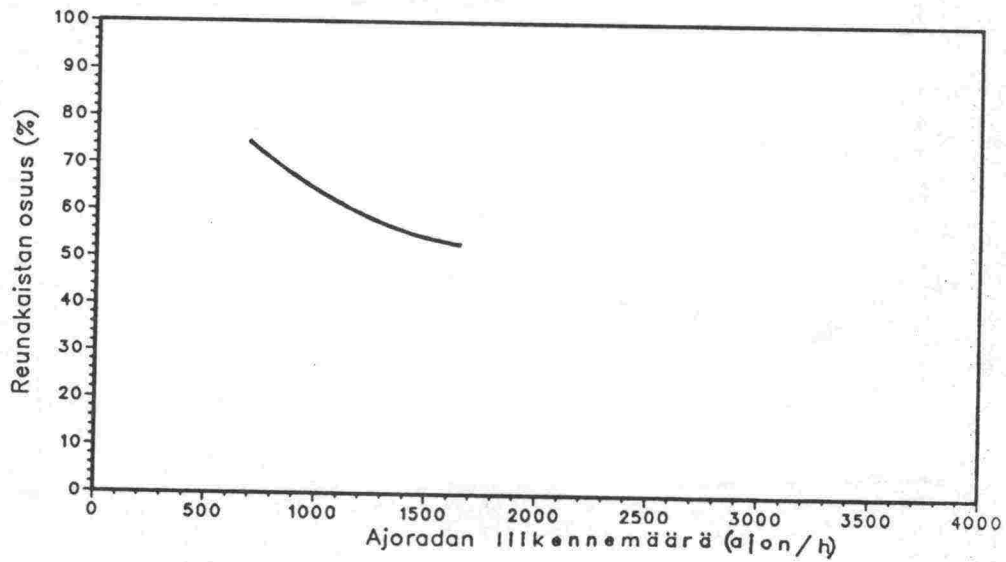
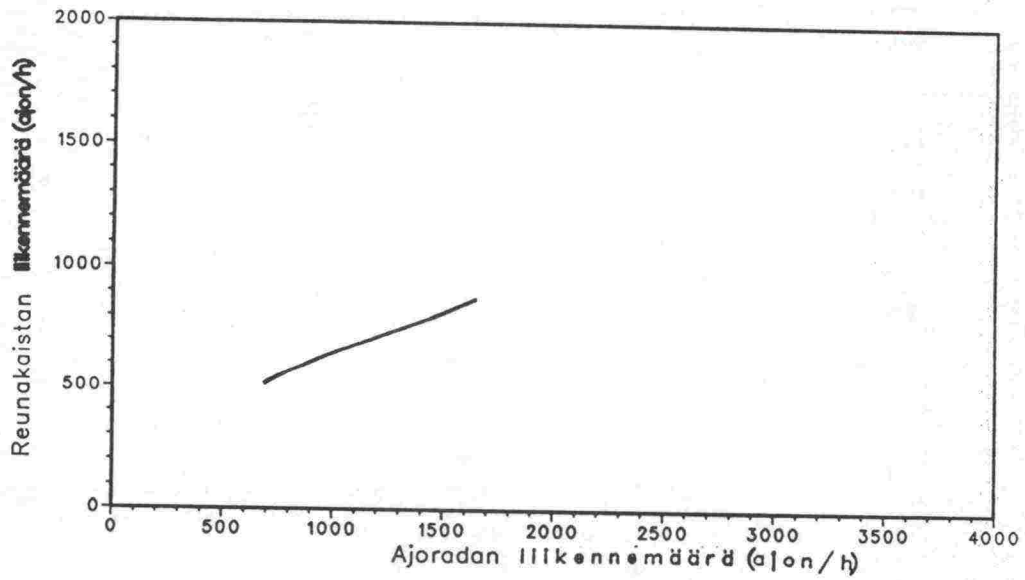
Kehä III (kt 50) Seutula länteen

80



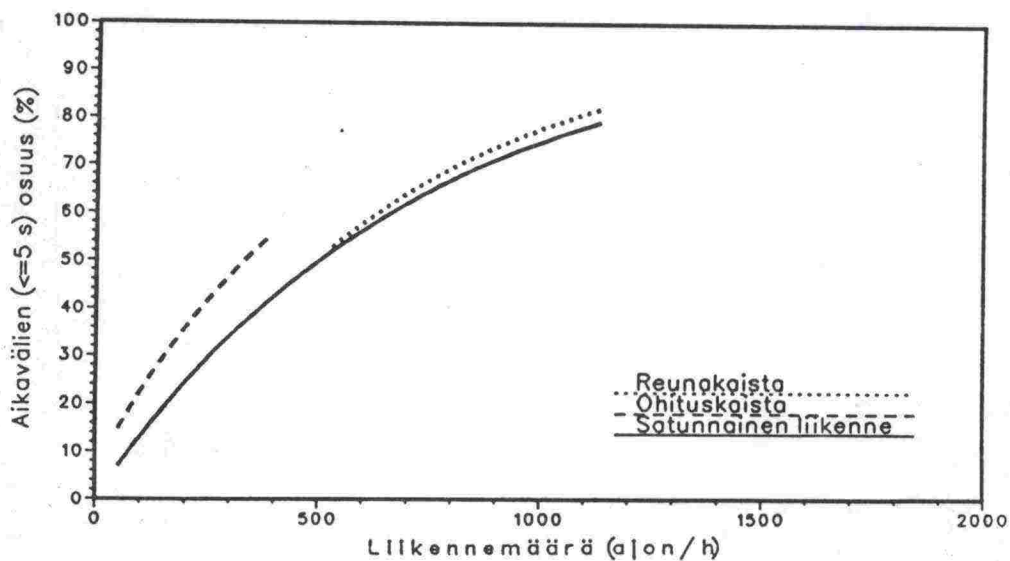
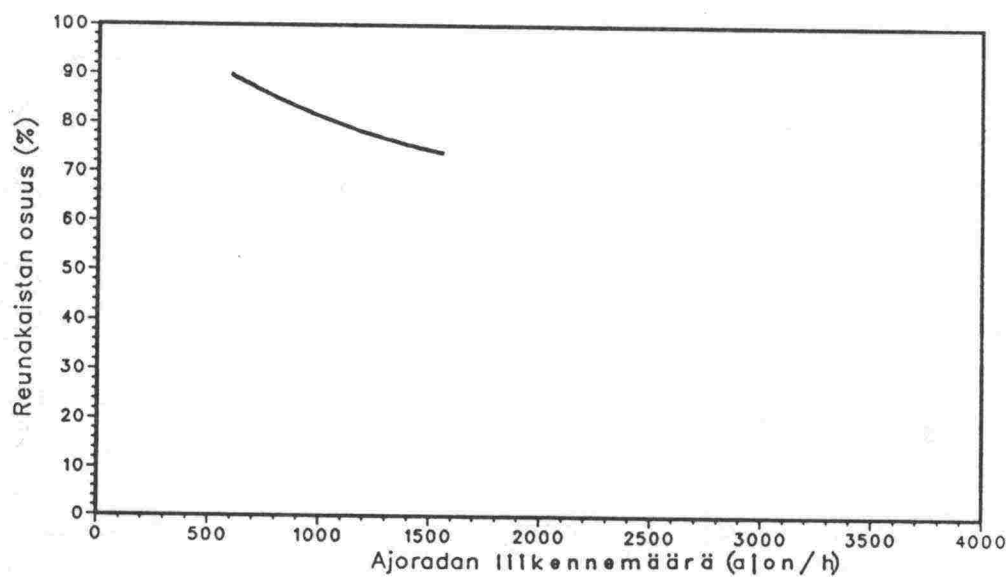
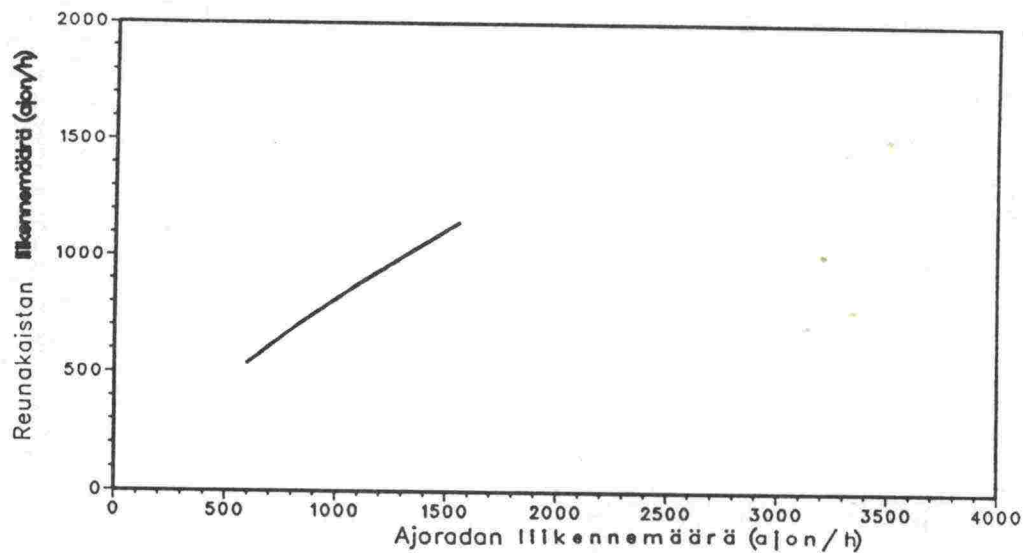
Kehä III (kt 50) Tuupakka itään

70



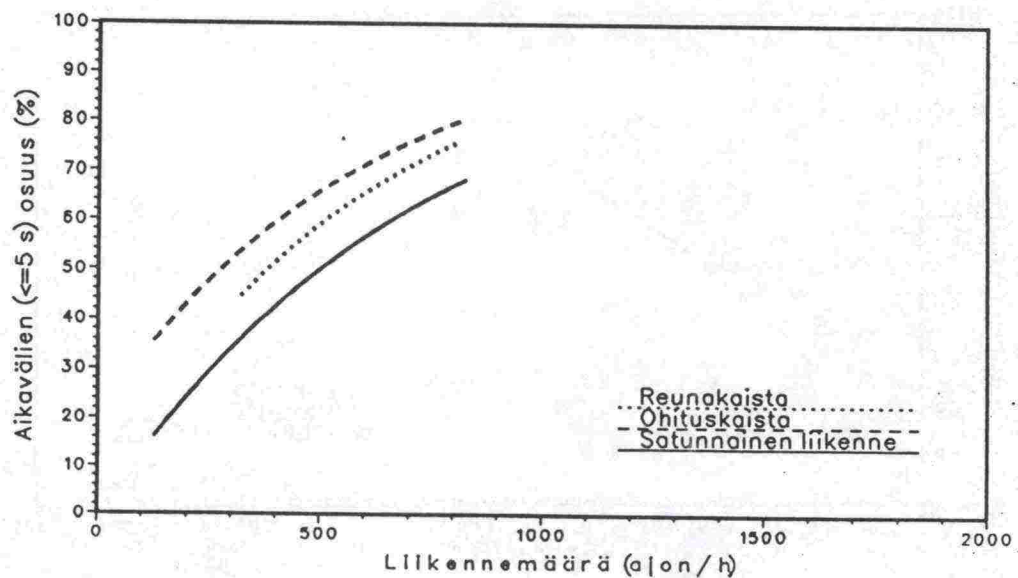
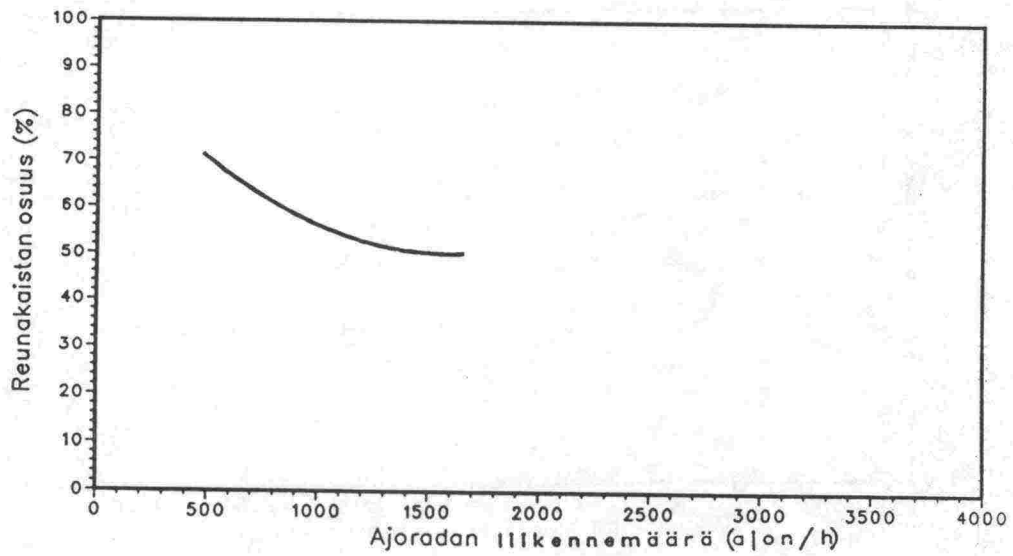
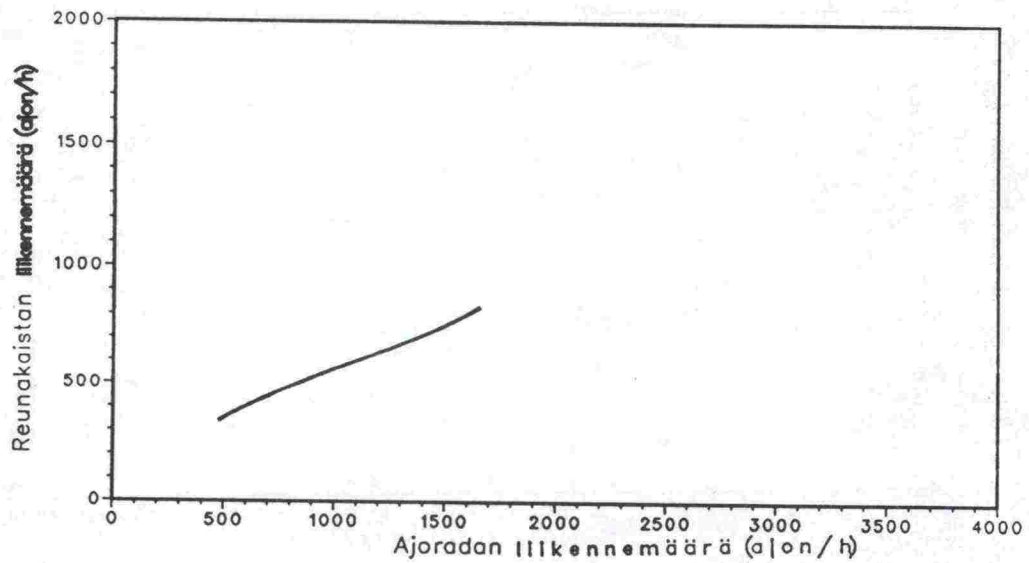
Kehä III (kt 50) Varisto länteen

80



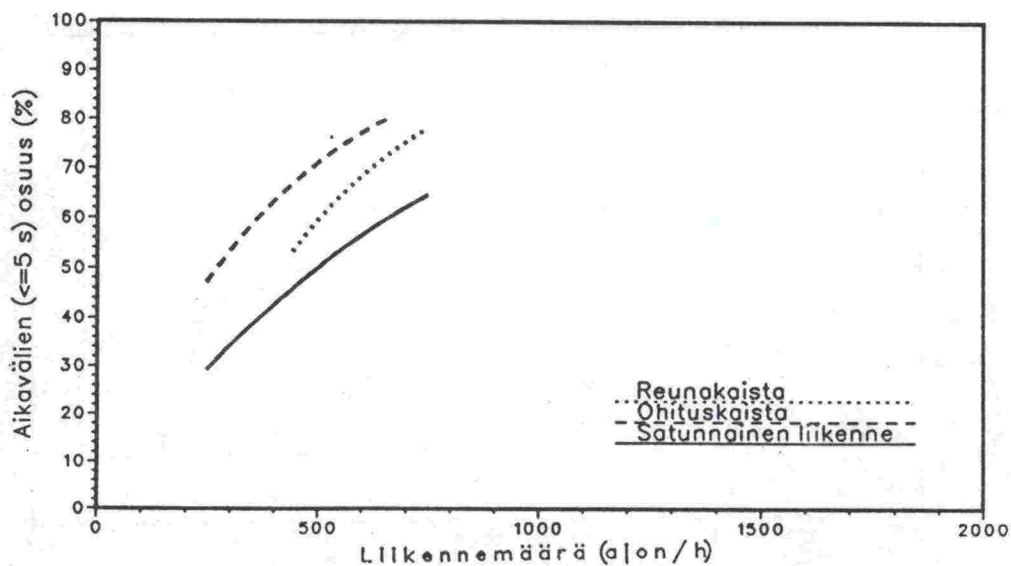
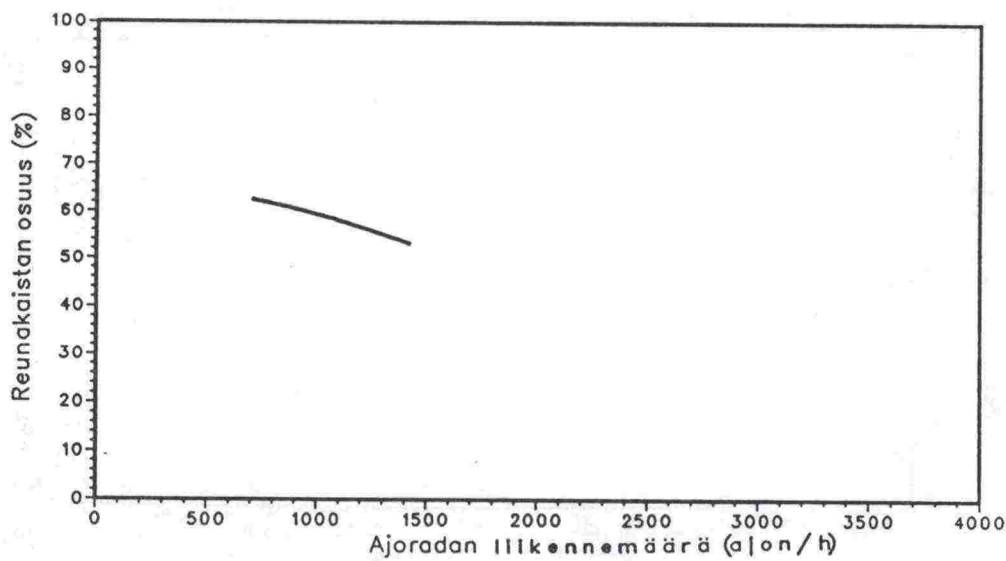
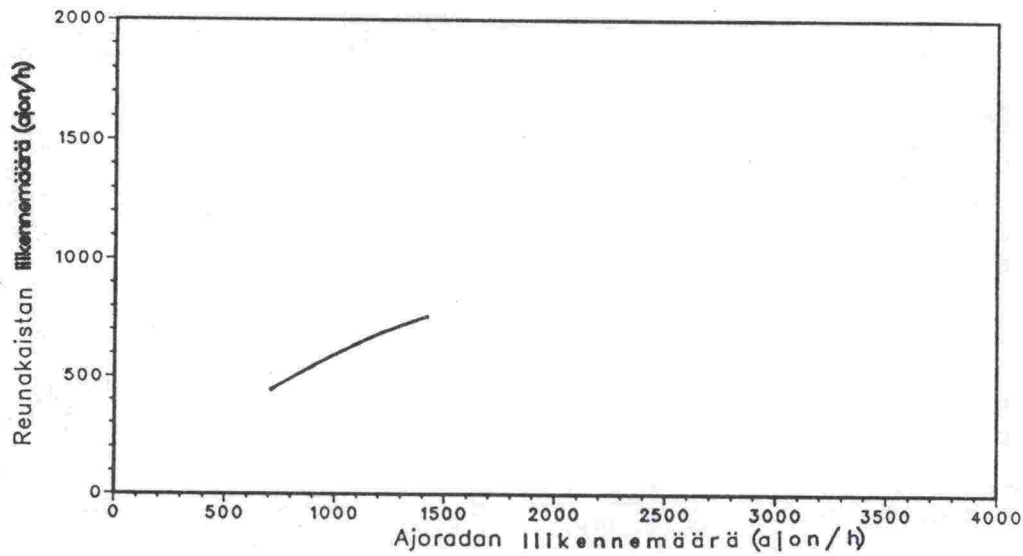
Turuntie (mt 118) Leppävaara itään

60



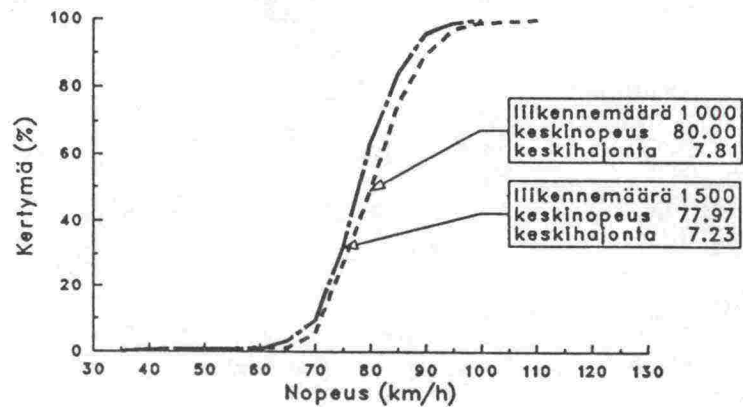
Vihdintie (mt 120) Konala pohjoiseen

70

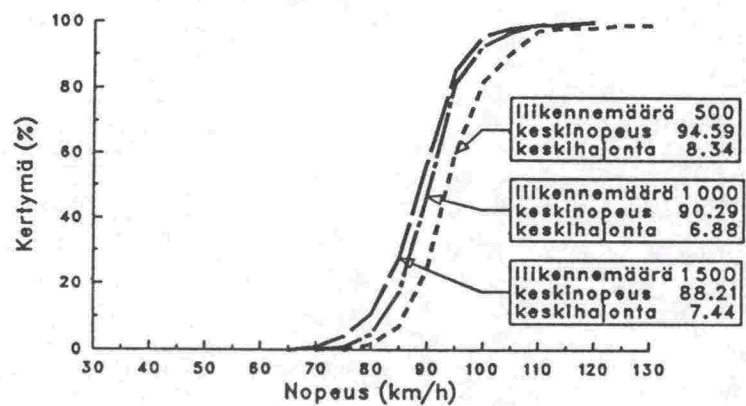


Nopeusrajoitus 80 km/h

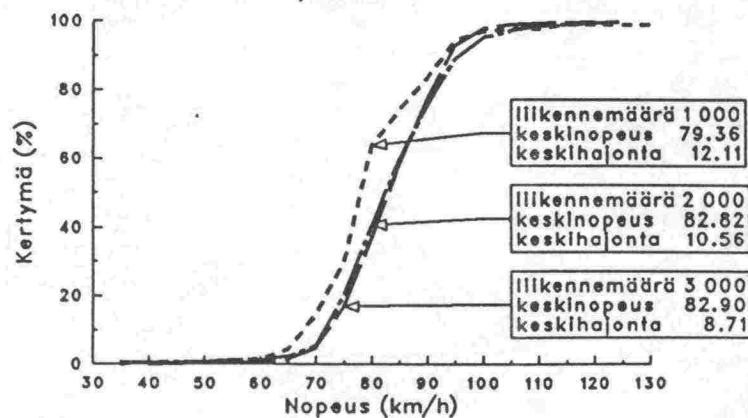
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
etelään reunakaista



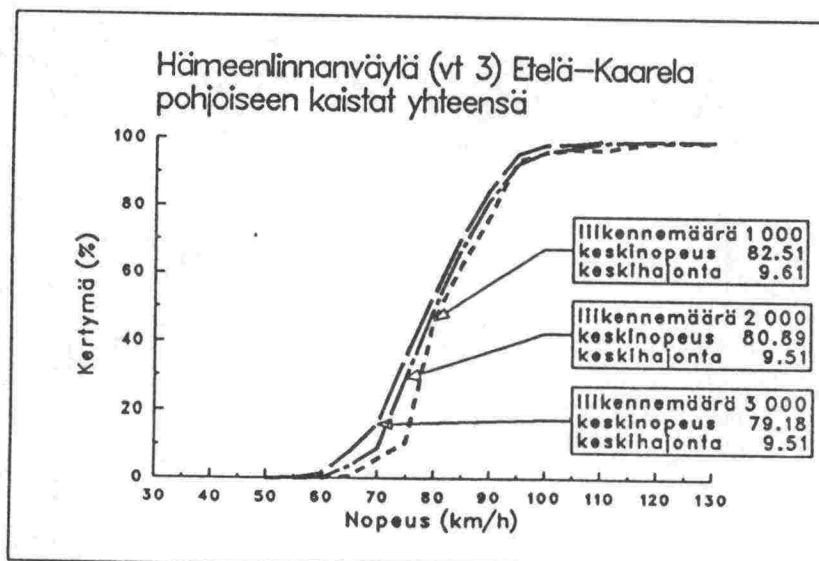
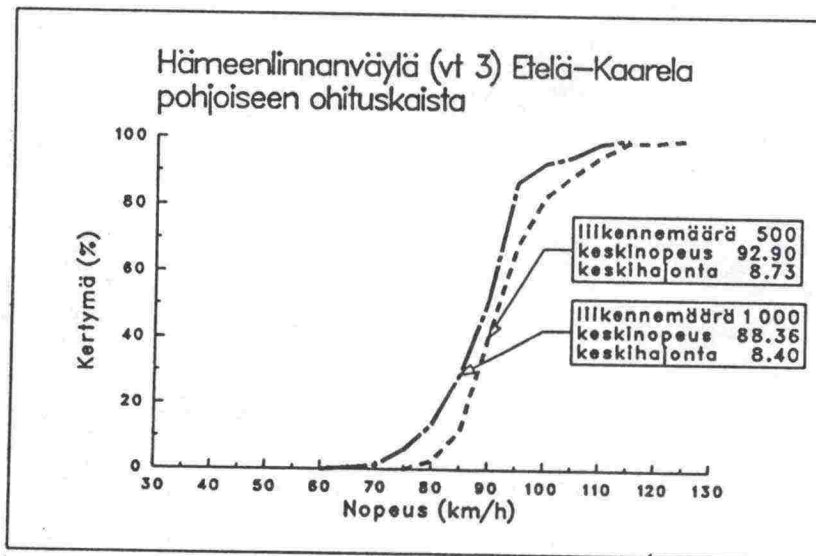
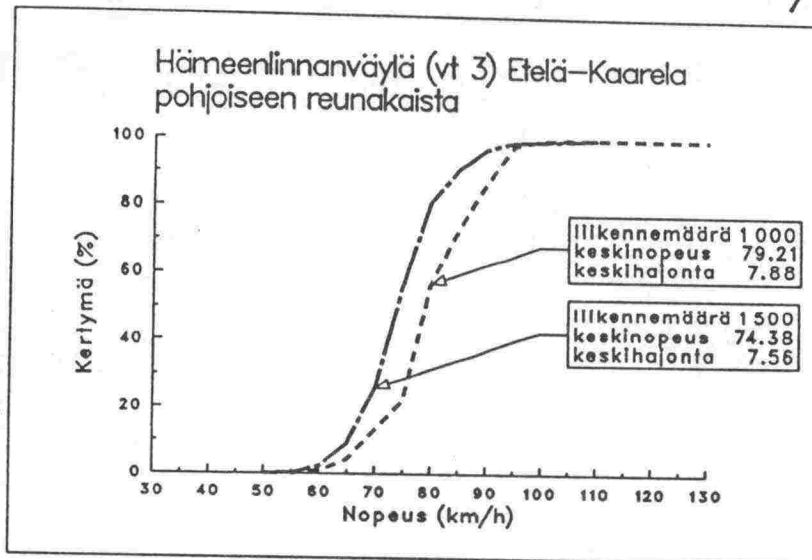
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
etelään ohituskaista



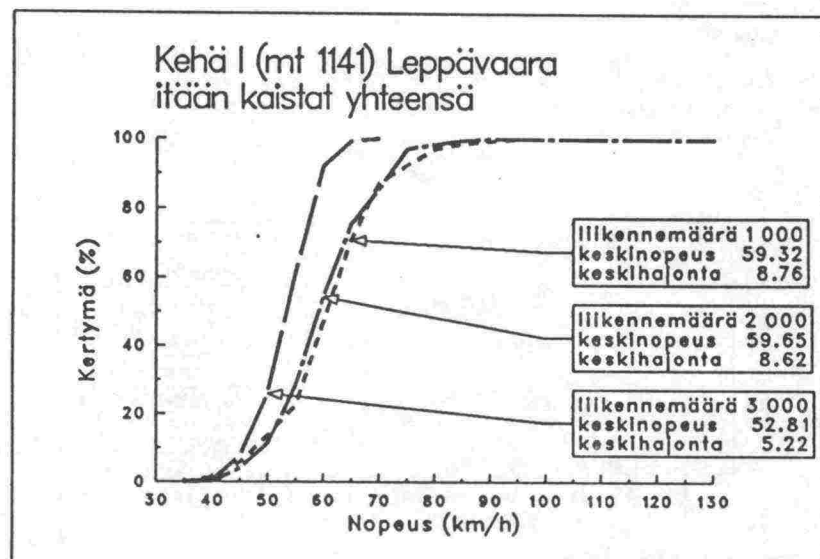
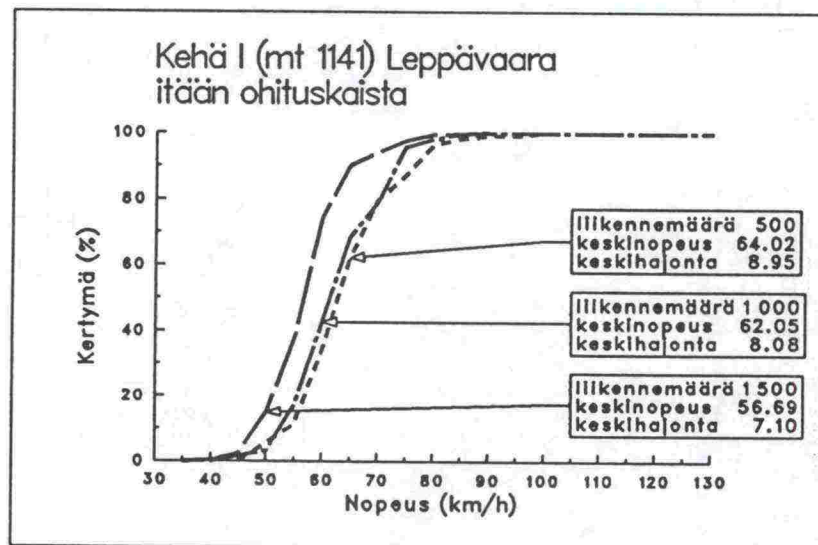
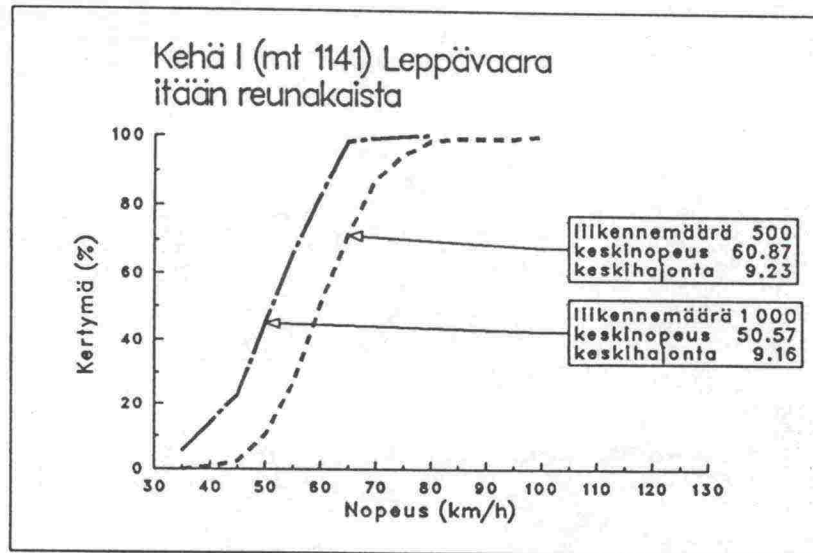
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela
etelään kaistat yhteensä



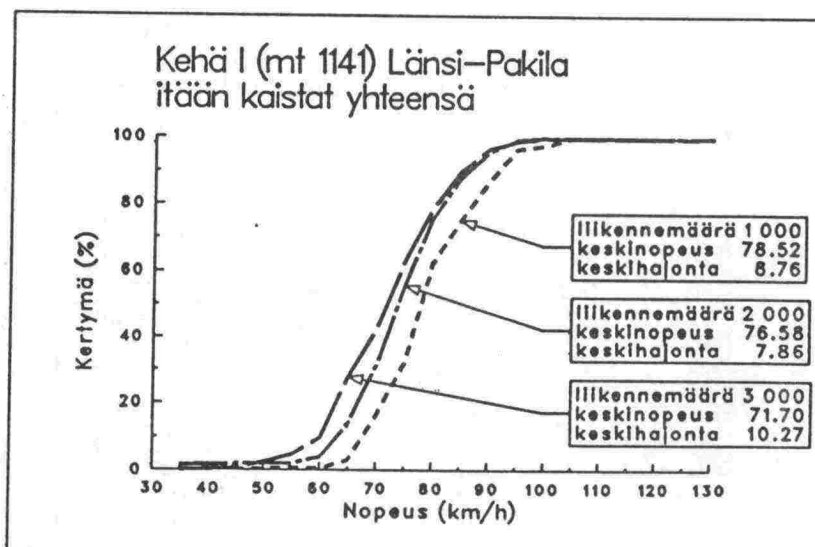
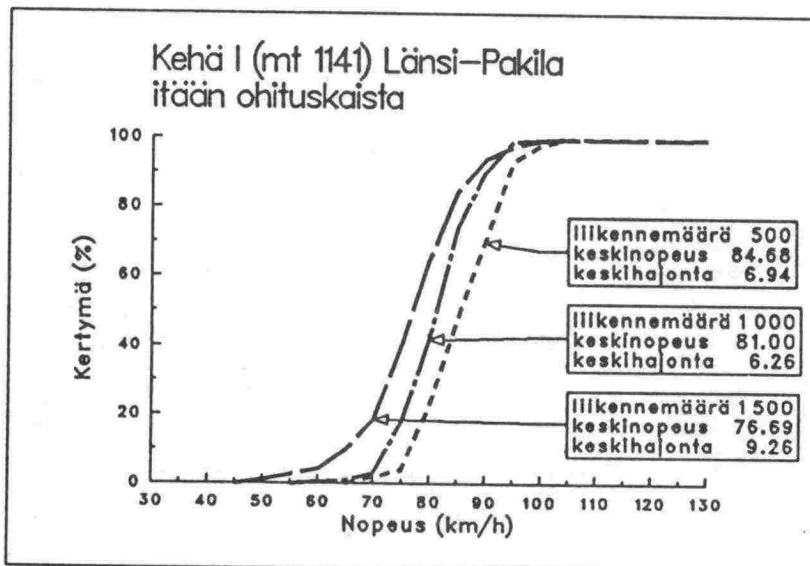
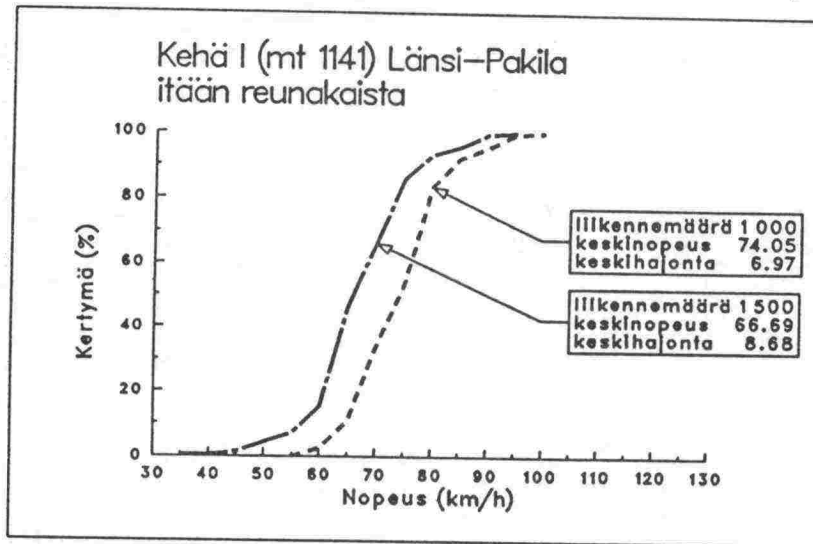
Nopeusrajoitus 80 km/h



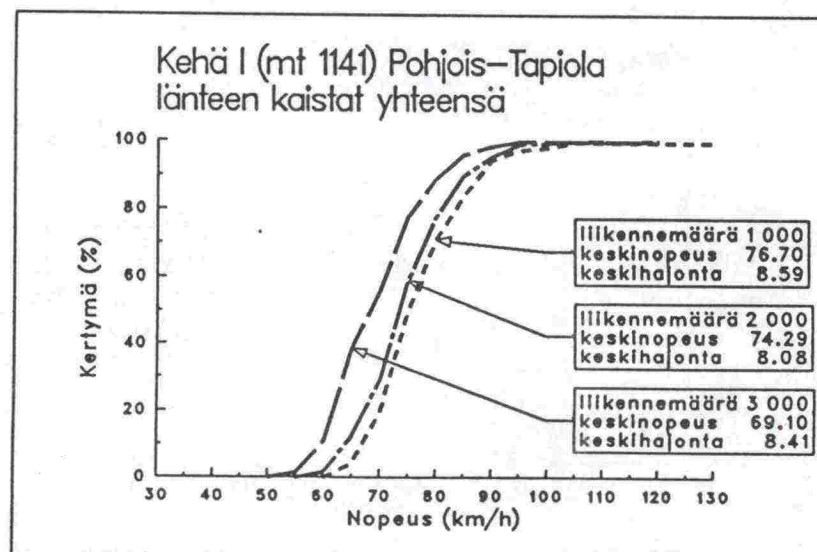
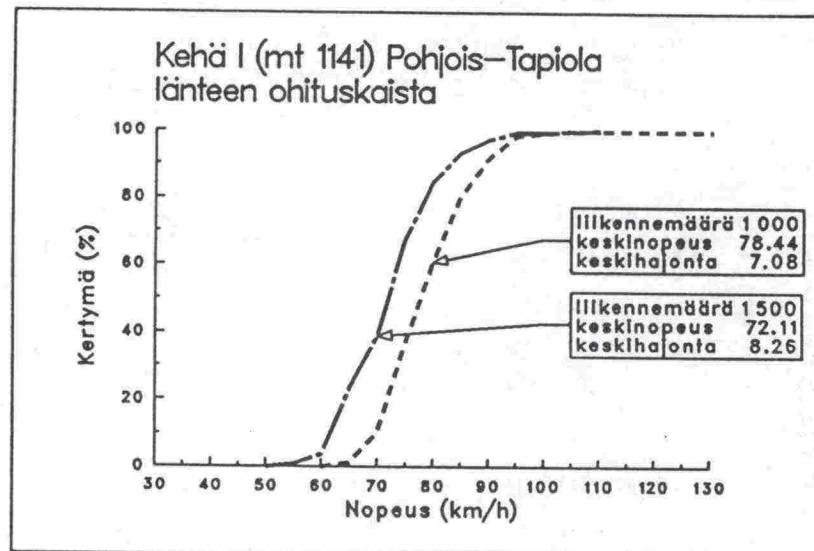
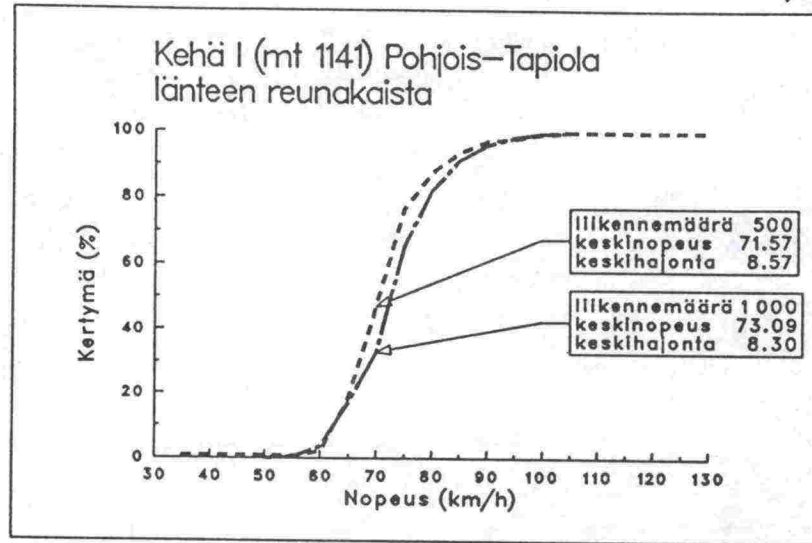
Nopeusrajoitus 60 km/h



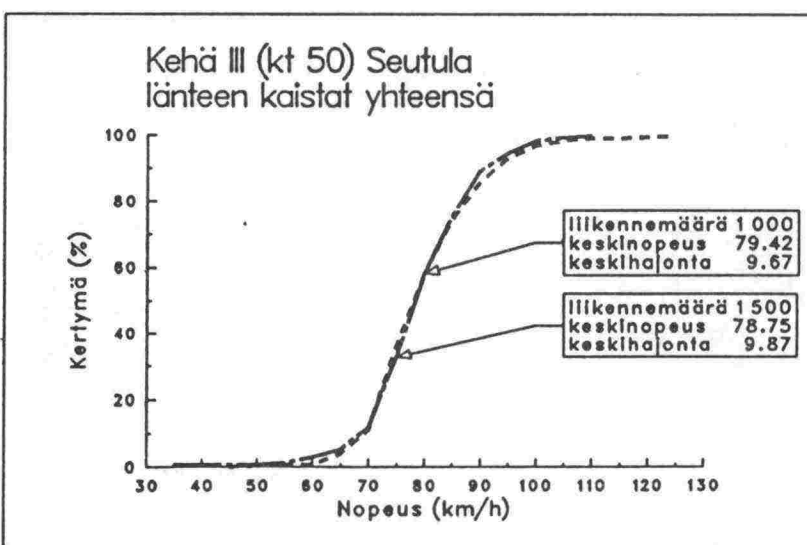
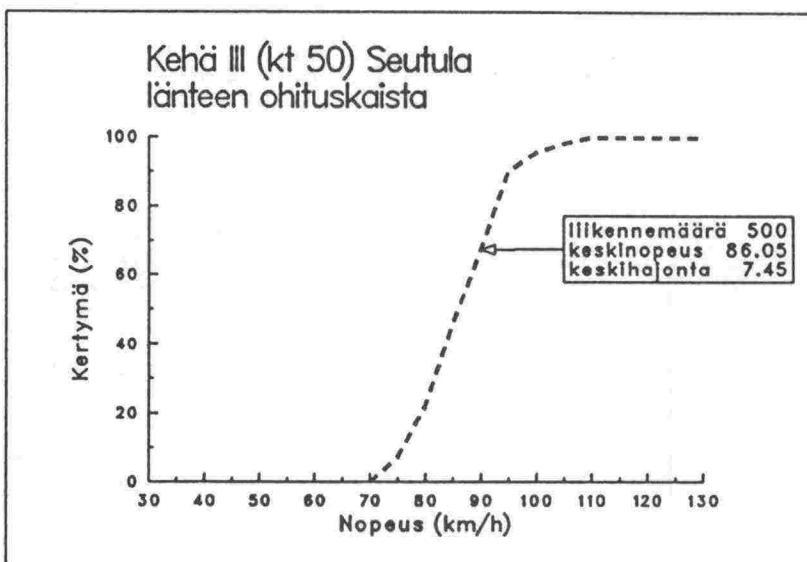
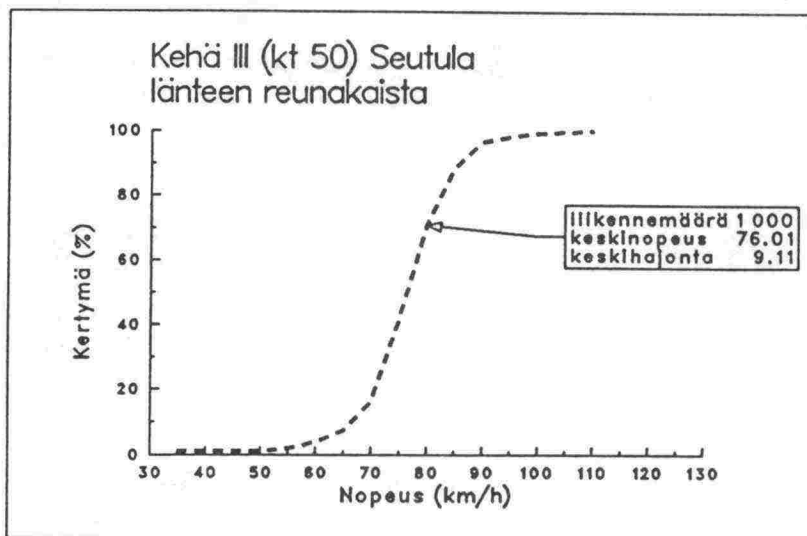
Nopeusrajoitus 80 km/h



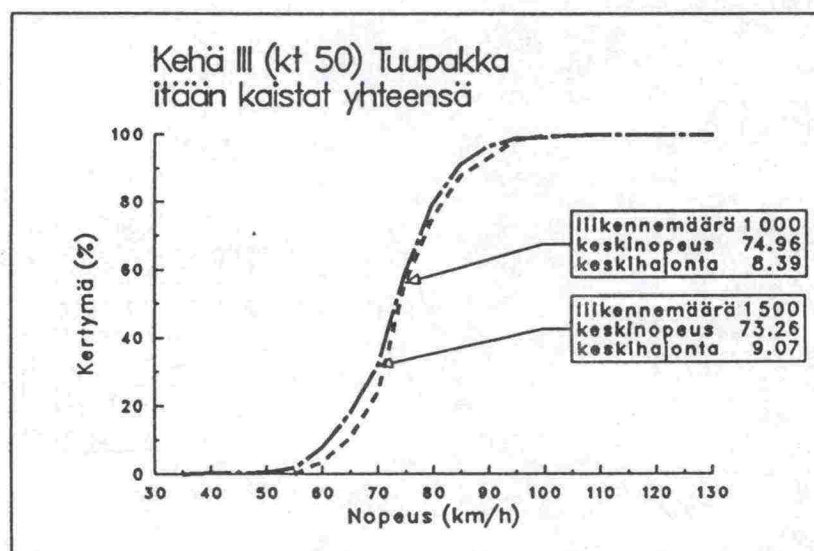
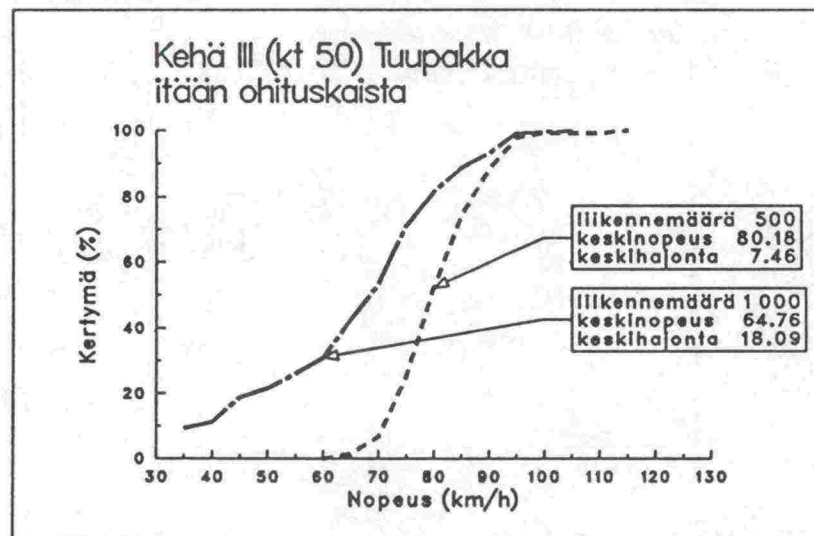
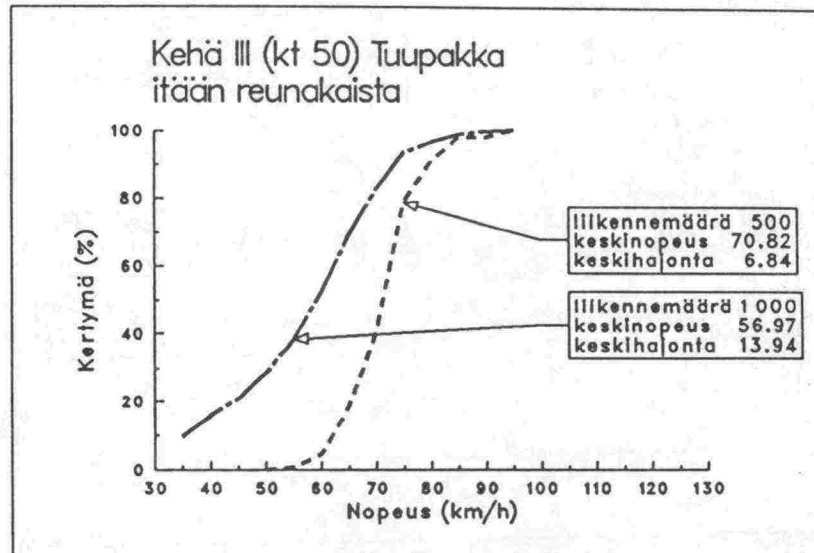
Nopeusrajoitus 70 km/h



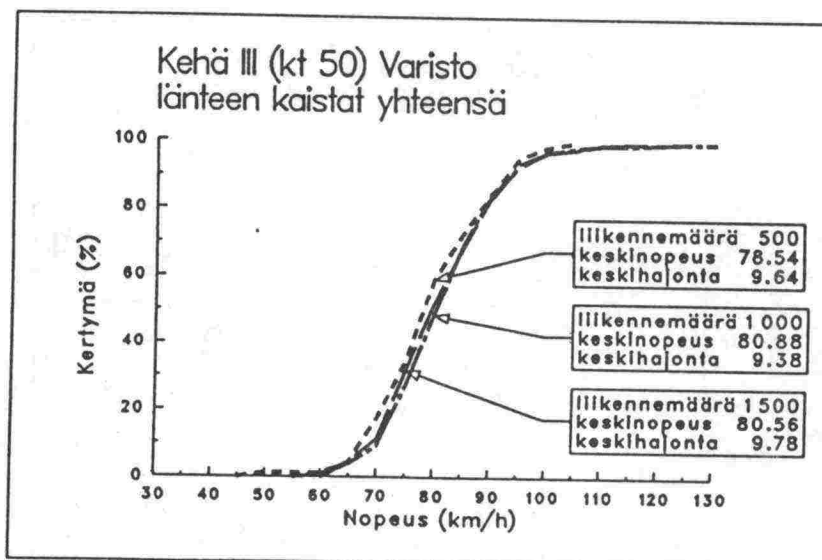
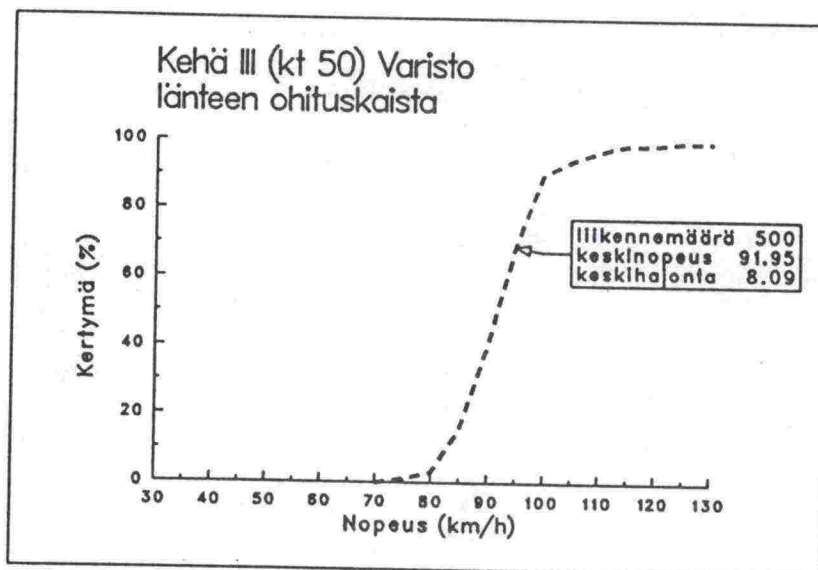
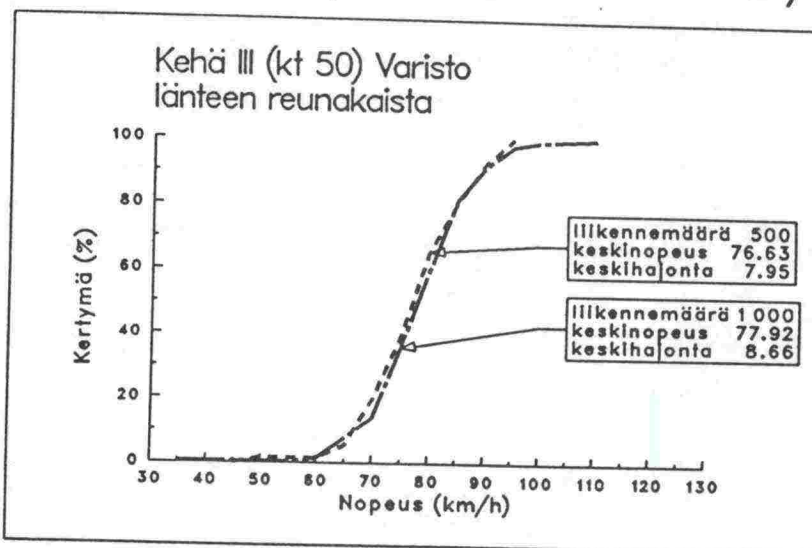
Nopeusrajoitus 80 km/h



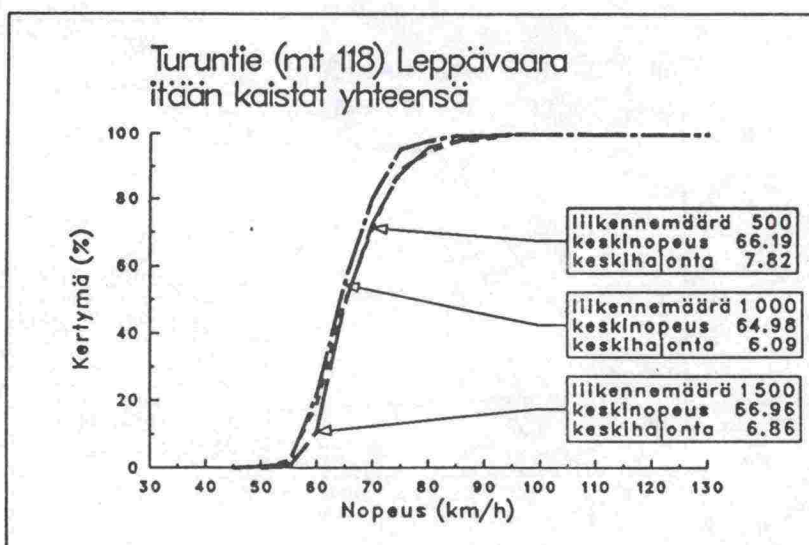
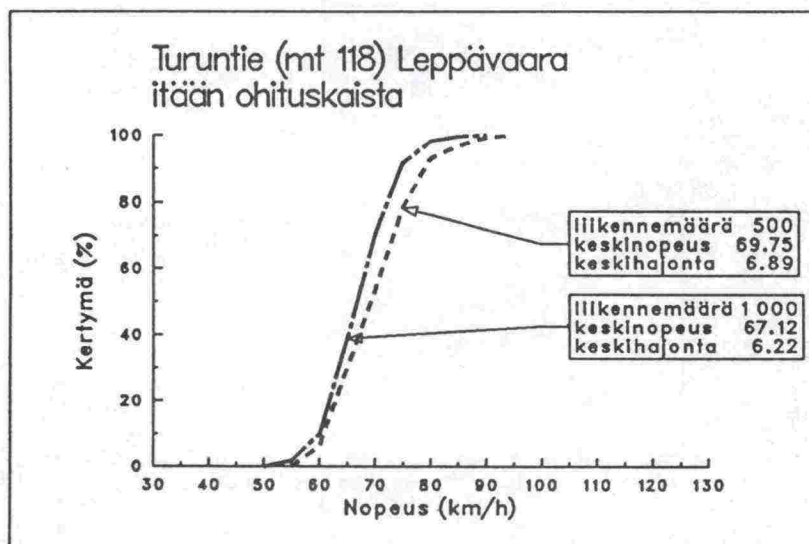
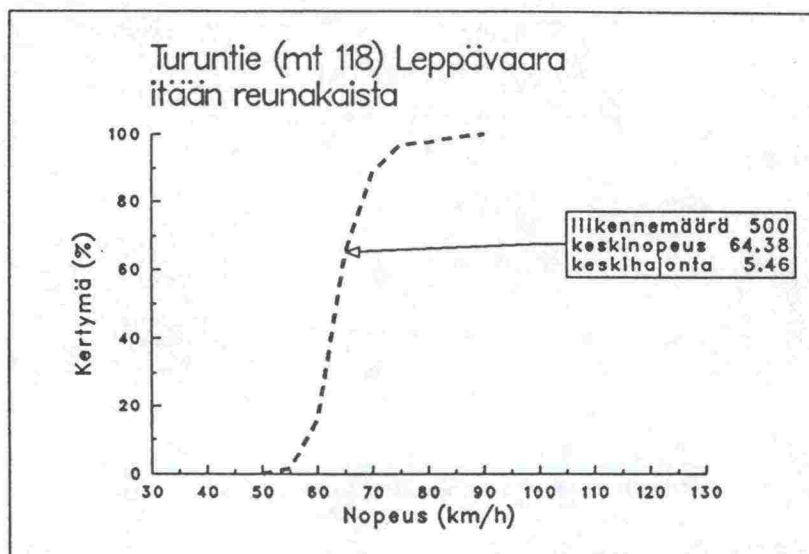
Nopeusrajoitus 70 km/h



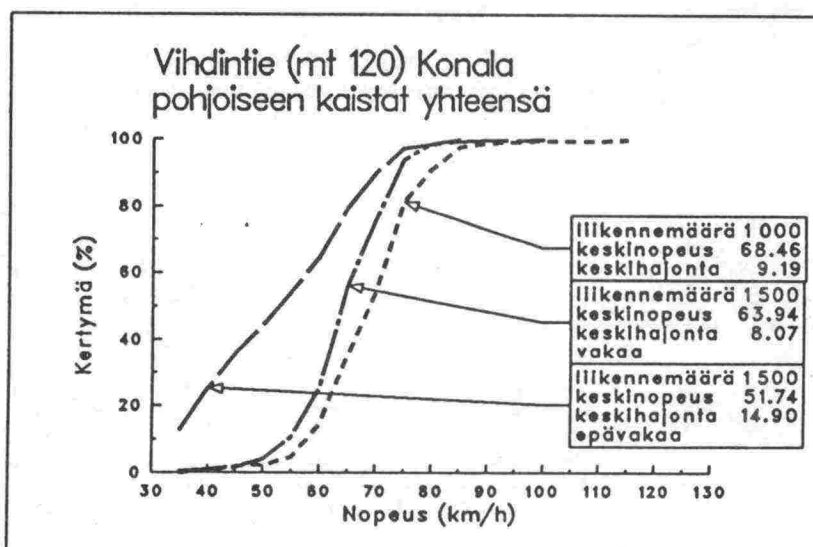
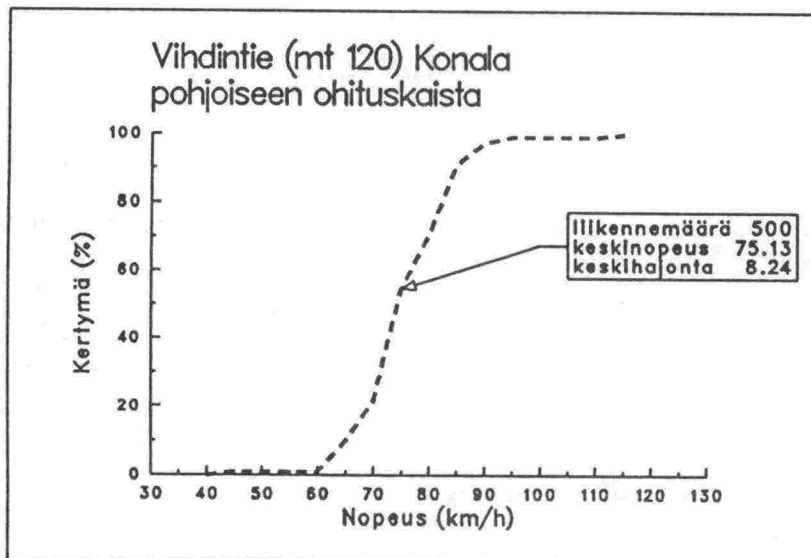
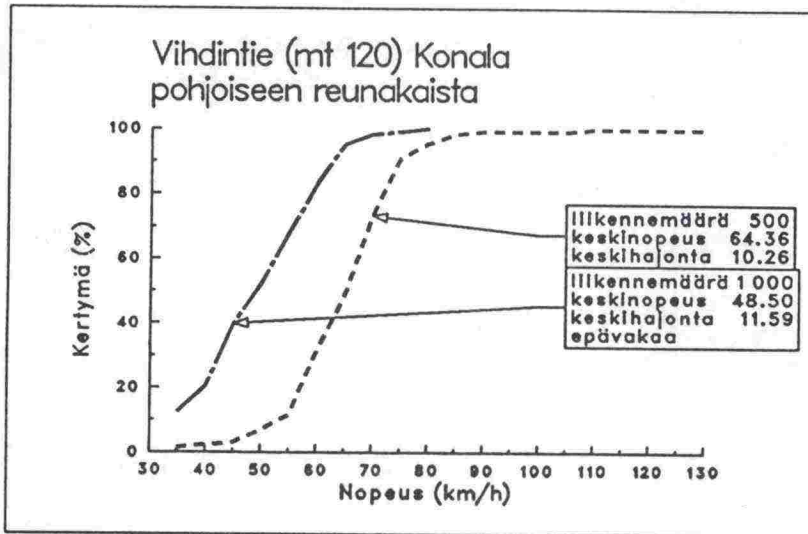
Nopeusrajoitus 80 km/h



Nopeusrajoitus 60 km/h



Nopeusrajoitus 70 km/h



Kaistojen aikajakauman keskinopeuseron (v_e) ja liikennemäärän tuntiarvon (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluväli. Regressiomalli $v_e = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihteluväli
				Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	14,732	-0,00104	0,3064	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	12,325	0,00029	0,0159	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	3,958	-0,00020	0,0118	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	13,962	-0,00178	0,6819	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	14,861	-0,00317	0,7671	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	16,766	-0,00376	0,3418	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	11,835	-0,00153	0,0582	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	13,211	0,00108	0,0062	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	7,088	-0,00155	0,2298	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	8,451	-0,00104	0,0275	704 - 1 451

85 % nopeuden (v_{85}) ja liikennemäärän tunti-arvon (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihtelualue. Regressiomalli $v_{85} = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihtelualue
					Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	86,532	-0,0002	0,0011	768 - 1 609
				ohitus	99,513	-0,0017	0,0888	164 - 1 412
				yhteensä	89,795	0,0016	0,4468	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	99,459	-0,0118	0,8977	825 - 1 510
				ohitus	102,035	-0,0065	0,3885	157 - 1 322
				yhteensä	93,344	-0,0008	0,3346	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	75,079	-0,0121	0,8707	492 - 1 353
				ohitus	79,679	-0,0119	0,7964	364 - 1 481
				yhteensä	76,281	-0,0054	0,0054	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	89,368	-0,0085	0,8429	840 - 1 859
				ohitus	96,806	-0,0080	0,9685	301 - 1 838
				yhteensä	94,473	-0,0042	0,9597	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	83,121	-0,0049	0,3269	593 - 1 348
				ohitus	96,590	-0,0104	0,8608	171 - 1 416
				yhteensä	89,090	-0,0030	0,4700	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	90,483	-0,0063	0,3018	644 - 1 239
				ohitus	100,960	-0,0151	0,4502	88 - 446
				yhteensä	92,501	-0,0024	0,2246	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	82,858	-0,0075	0,2191	582 - 865
				ohitus	94,377	-0,0109	0,5261	160 - 811
				yhteensä	86,536	-0,0022	0,1320	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	89,176	-0,0037	0,1479	532 - 1 157
				ohitus	105,021	-0,0194	0,0572	52 - 421
				yhteensä	88,444	0,0023	0,2336	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	72,102	-0,0038	0,0901	322 - 824
				ohitus	80,654	-0,0089	0,4517	127 - 864
				yhteensä	74,076	-0,0010	0,0442	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	80,042	-0,0116	0,3752	443 - 722
				ohitus	83,180	-0,0086	0,3305	248 - 697
				yhteensä	80,839	-0,0044	0,3037	704 - 1 451

Aikajakauman keskinopeuden (v_t) ja liikennemäärän tuntiarvon (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluvaihe. Regressiomalli

$$v_t = \text{vakio} + \text{kerroin} * q.$$

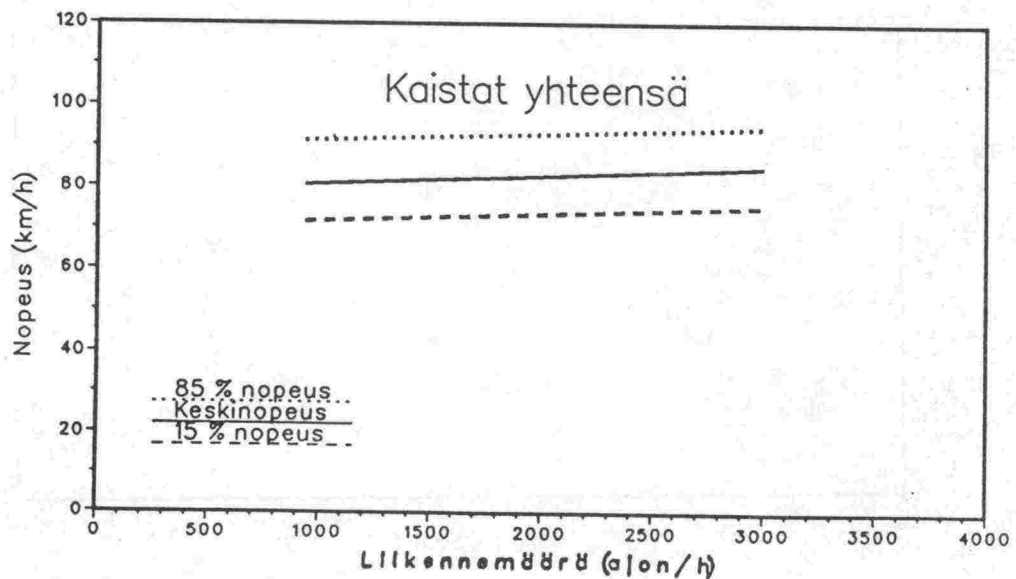
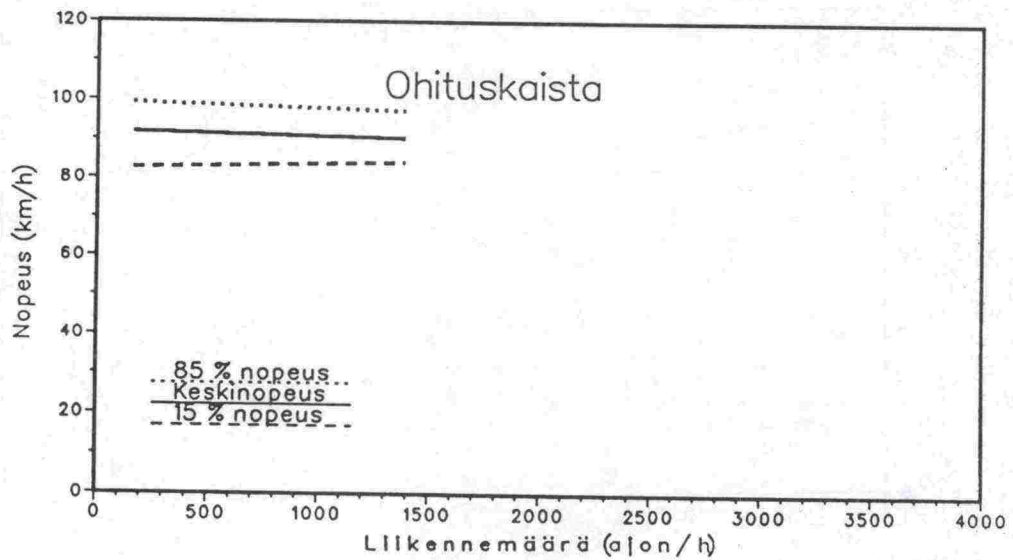
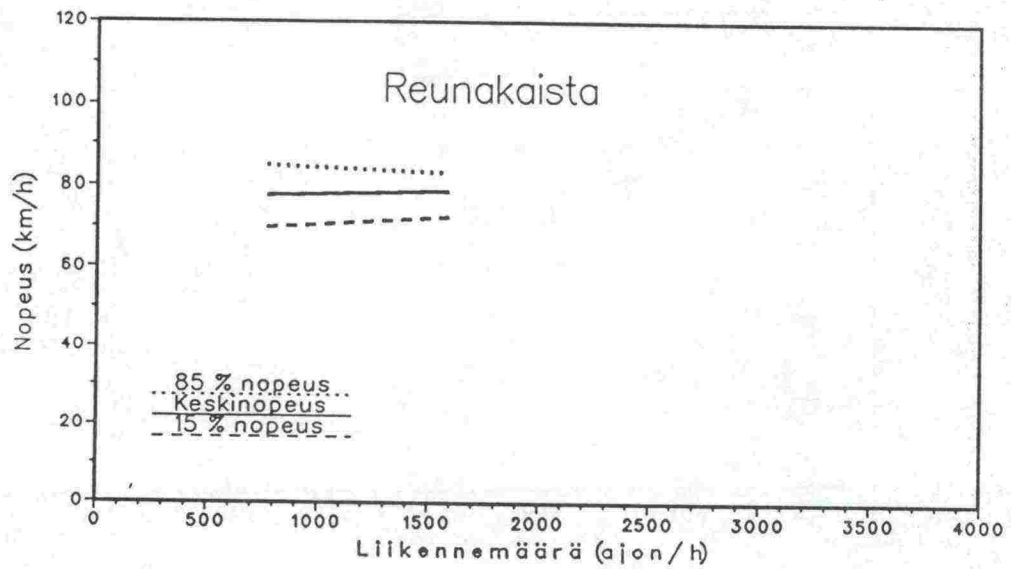
Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihteluvaihe
					Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	76,663	0,0014	0,0997	768 - 1 609
				ohitus	91,920	-0,0012	0,0958	164 - 1 412
				yhteensä	78,728	0,0020	0,5211	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	86,886	-0,0082	0,8843	825 - 1 510
				ohitus	93,277	-0,0051	0,6624	157 - 1 322
				yhteensä	83,424	-0,0012	0,6124	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	66,965	-0,0119	0,8481	492 - 1 353
				ohitus	67,578	-0,0084	0,7914	364 - 1 481
				yhteensä	66,646	-0,0048	0,8468	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	82,096	-0,0087	0,7730	840 - 1 859
				ohitus	89,402	-0,0088	0,9187	301 - 1 838
				yhteensä	82,215	-0,0033	0,8347	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	76,760	-0,0057	0,4878	593 - 1 348
				ohitus	87,330	-0,0093	0,8081	171 - 1 416
				yhteensä	78,319	-0,0022	0,4472	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	79,206	-0,0029	0,2163	644 - 1 239
				ohitus	92,850	-0,0144	0,5733	88 - 446
				yhteensä	80,326	-0,0009	0,0737	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	76,088	-0,0090	0,3264	582 - 865
				ohitus	84,258	-0,0098	0,4169	160 - 811
				yhteensä	76,276	-0,0024	0,1852	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	78,016	-0,0009	0,0204	532 - 1 157
				ohitus	92,681	-0,0057	0,0251	52 - 421
				yhteensä	77,544	0,0022	0,2216	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	65,420	-0,0031	0,1686	322 - 824
				ohitus	71,400	-0,0050	0,4461	127 - 864
				yhteensä	66,660	-0,0008	0,0712	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	68,564	-0,0076	0,2236	443 - 722
				ohitus	74,948	-0,0080	0,2274	248 - 697
				yhteensä	70,224	-0,0030	0,1765	704 - 1 451

15 % nopeuden (v_{15}) ja liikennemäärän tuntiaron (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihtelualue. Regressiomalli $v_{15} = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihtelualue
					Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	67,311	0,0033	0,3264	768 - 1 609
				ohitus	82,426	0,0012	0,0683	164 - 1 412
				yhteensä	69,852	0,0018	0,4042	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	80,757	-0,0089	0,7114	825 - 1 510
				ohitus	84,263	-0,0037	0,3952	157 - 1 322
				yhteensä	76,923	-0,0025	0,7835	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	56,668	-0,0097	0,6097	492 - 1 353
				ohitus	56,797	-0,0057	0,6302	364 - 1 481
				yhteensä	56,089	-0,0036	0,7414	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	74,269	-0,0085	0,5221	840 - 1 859
				ohitus	82,571	-0,0097	0,8504	301 - 1 838
				yhteensä	72,380	-0,0033	0,5651	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	69,803	-0,0061	0,6075	593 - 1 348
				ohitus	75,436	-0,0053	0,2036	171 - 1 416
				yhteensä	68,881	-0,0019	0,4121	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	68,450	0,0007	0,0079	644 - 1 239
				ohitus	79,604	-0,0009	0,0003	88 - 446
				yhteensä	69,598	0,0006	0,0222	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	70,288	-0,0128	0,2231	582 - 865
				ohitus	74,028	-0,0072	0,1870	160 - 811
				yhteensä	68,343	-0,0042	0,2750	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	68,073	0,0013	0,0309	532 - 1 157
				ohitus	79,464	0,0104	0,0474	52 - 421
				yhteensä	68,397	0,0017	0,1141	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	52,422	0,0018	0,0098	322 - 824
				ohitus	62,316	-0,0025	0,0713	127 - 864
				yhteensä	59,445	-0,0003	0,0112	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	59,746	-0,0069	0,0954	443 - 722
				ohitus	65,115	-0,0057	0,0574	248 - 697
				yhteensä	59,453	-0,0015	0,0269	704 - 1 451

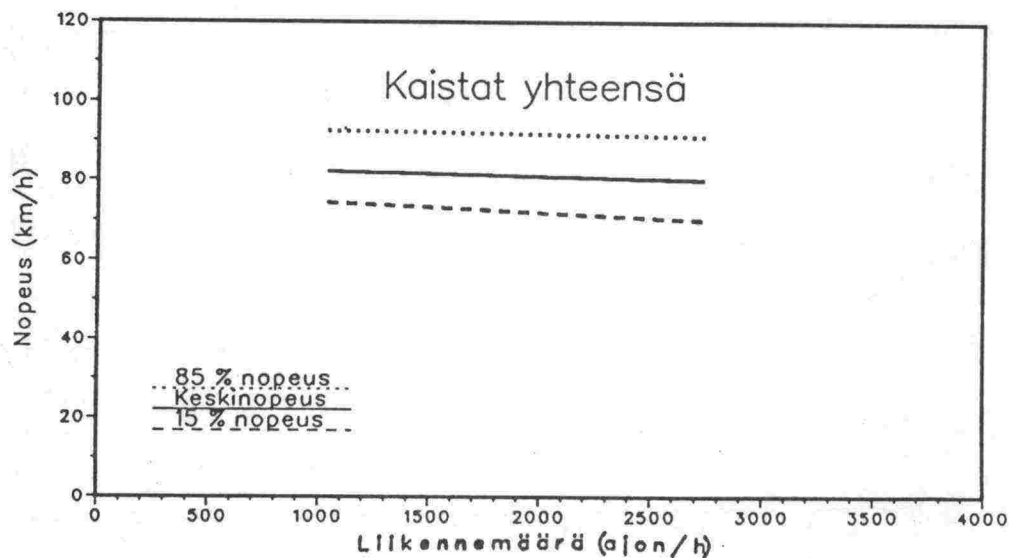
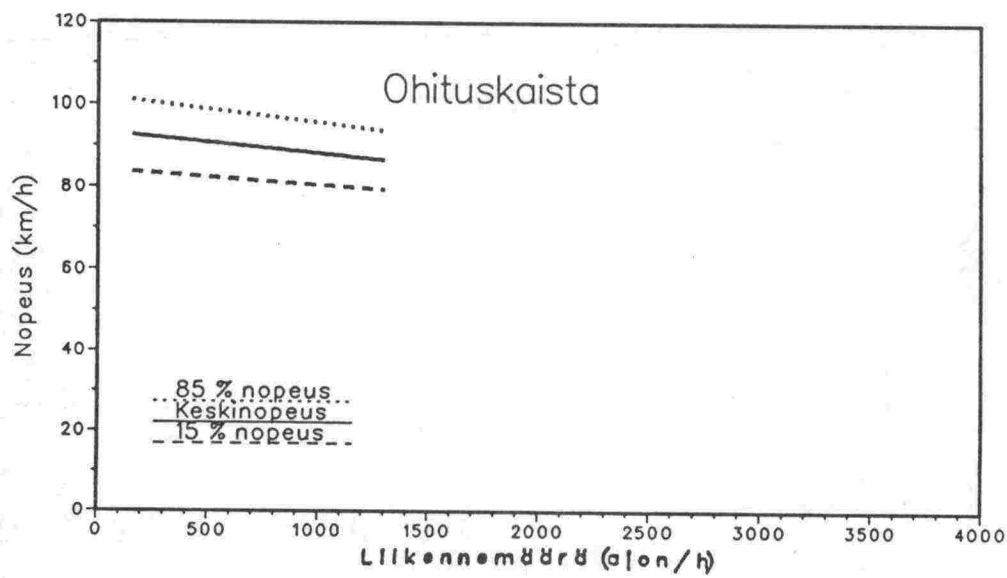
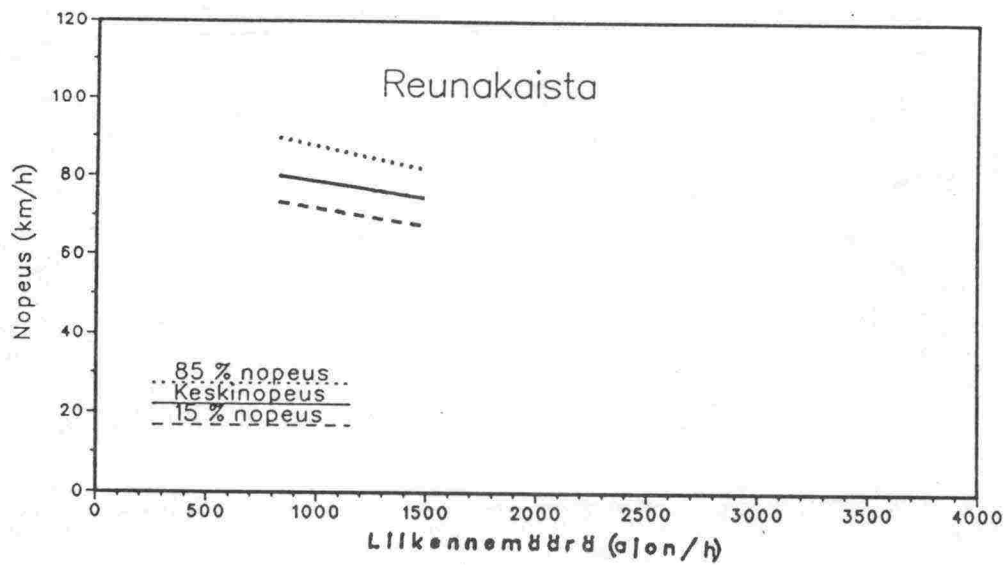
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela etelään

80



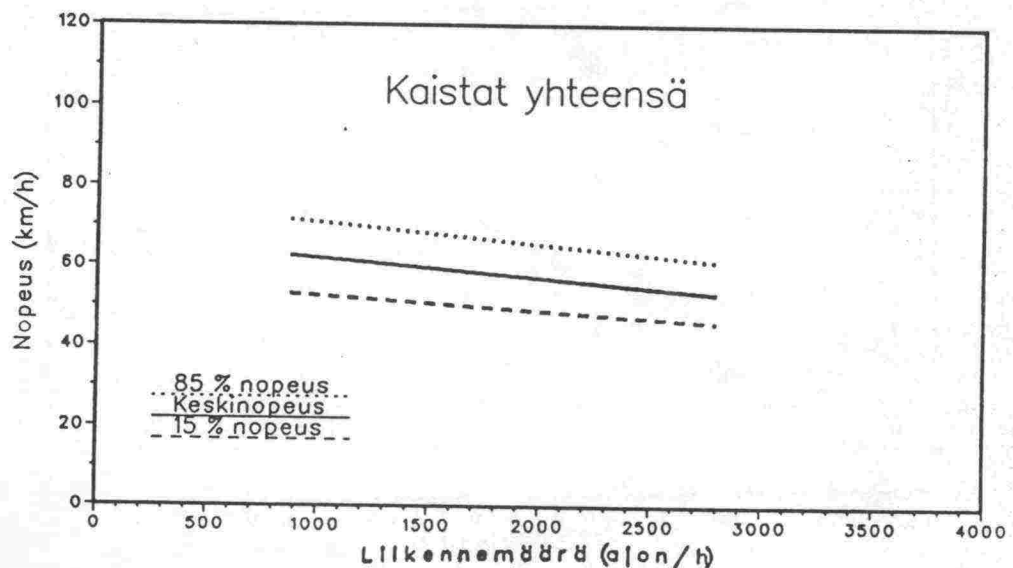
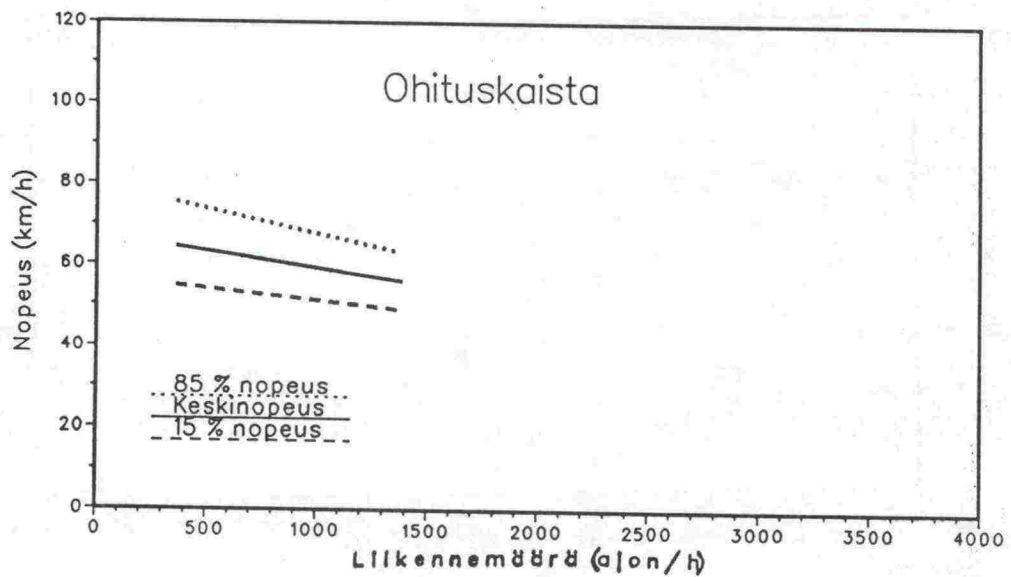
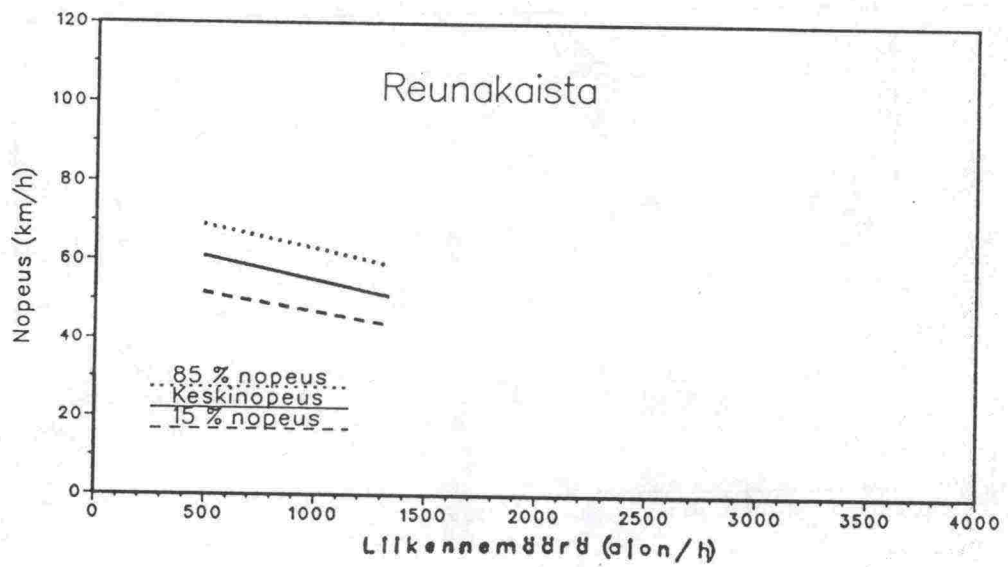
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela pohjoiseen

80



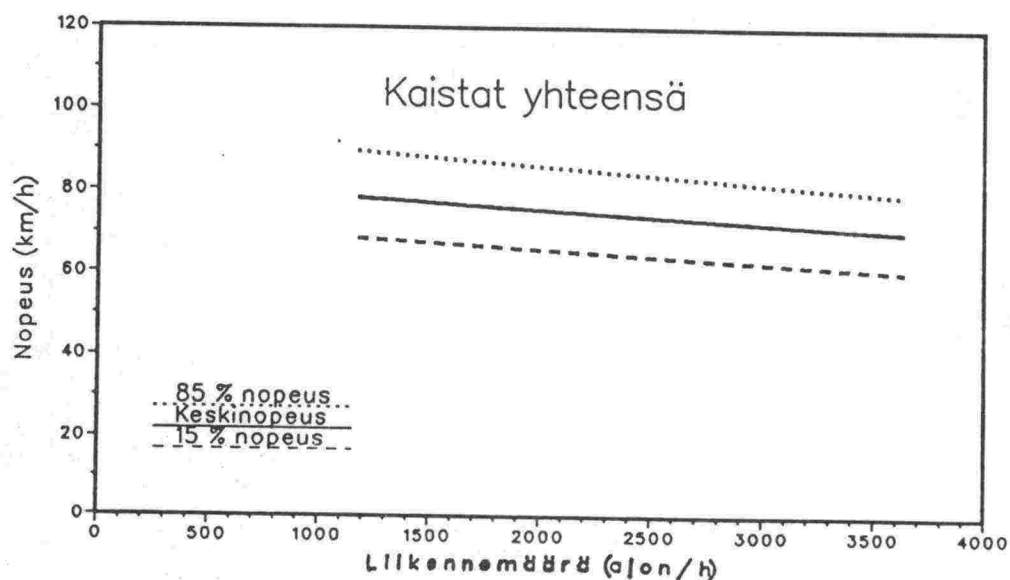
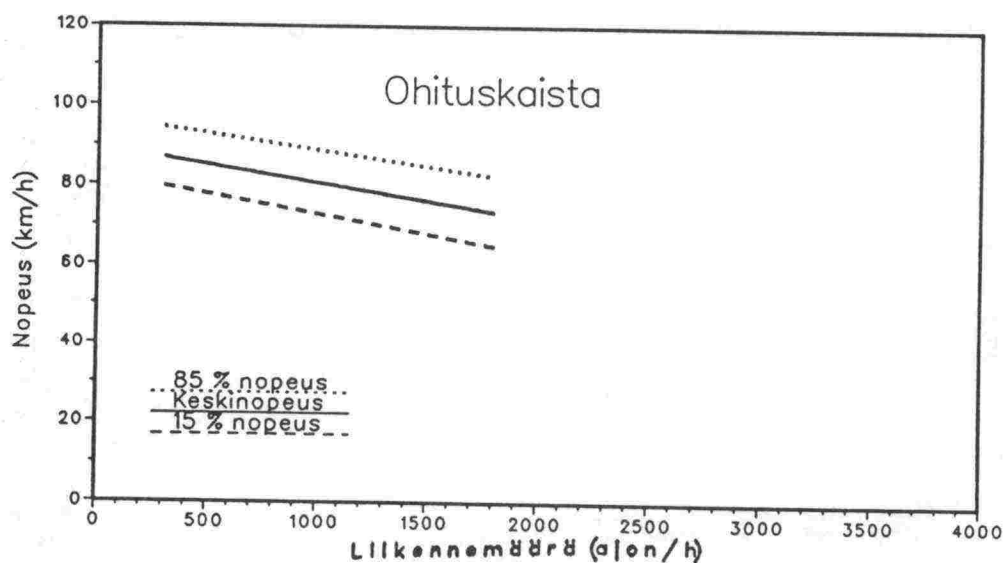
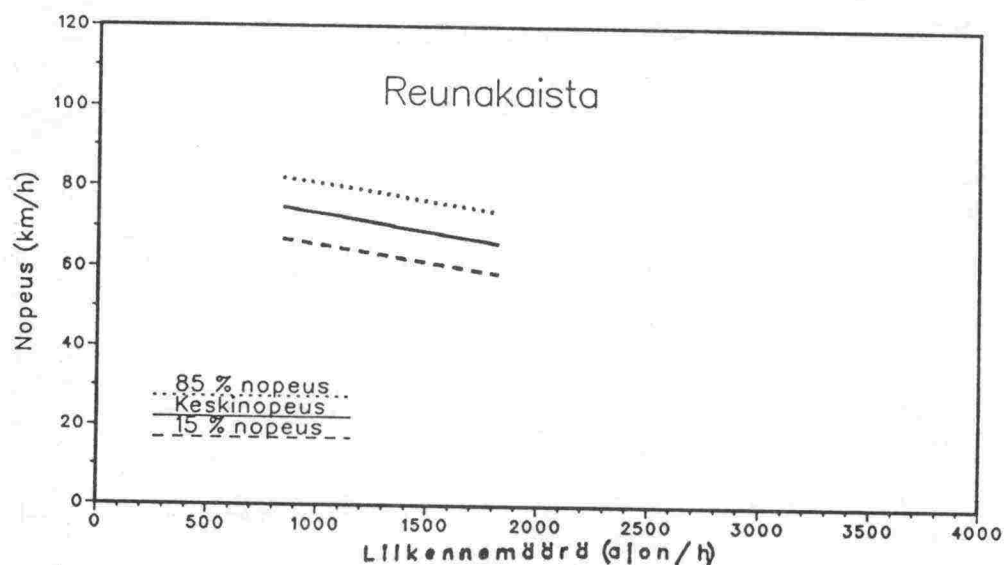
Kehä I (mt 1141) Leppävaara itään

60



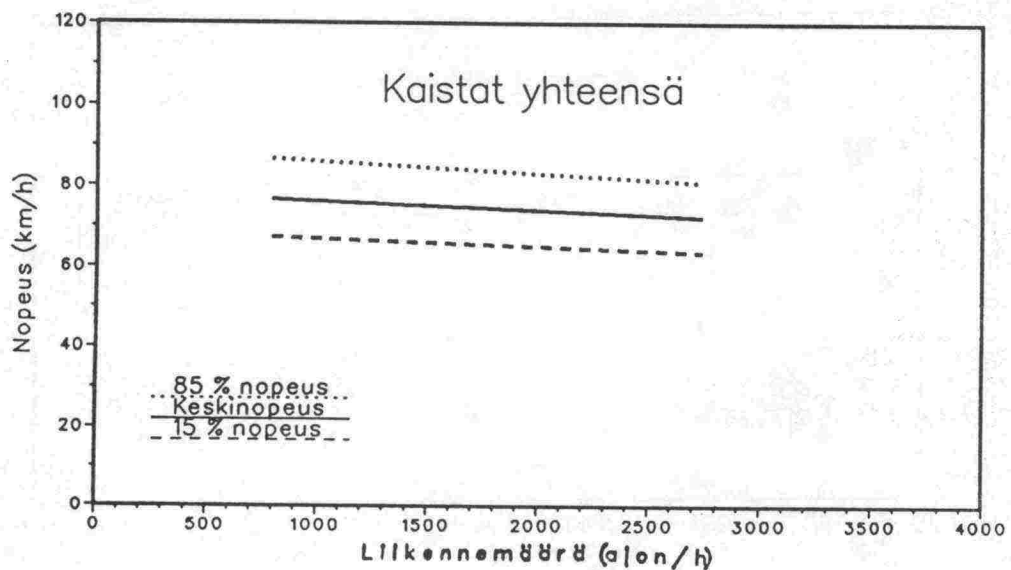
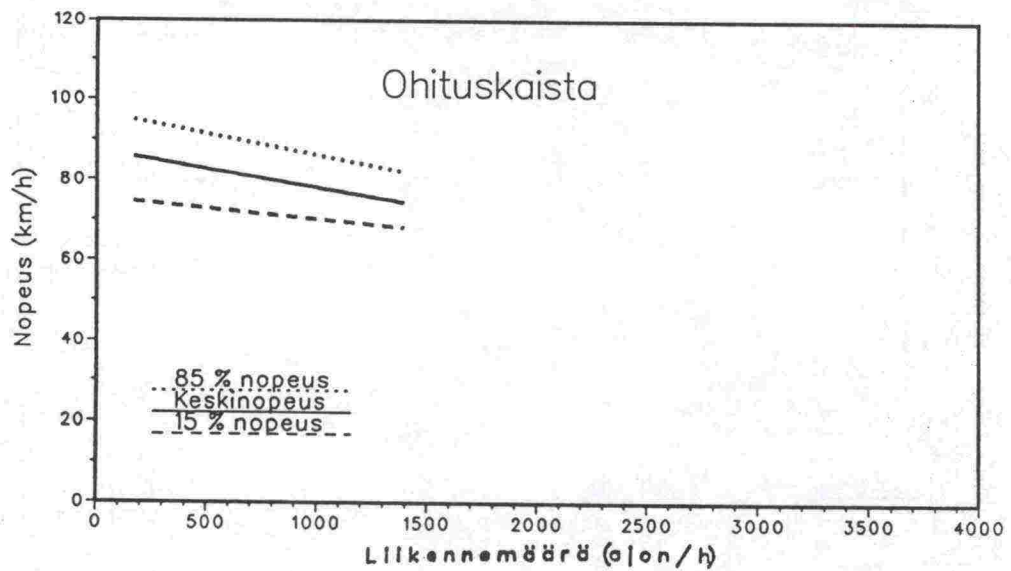
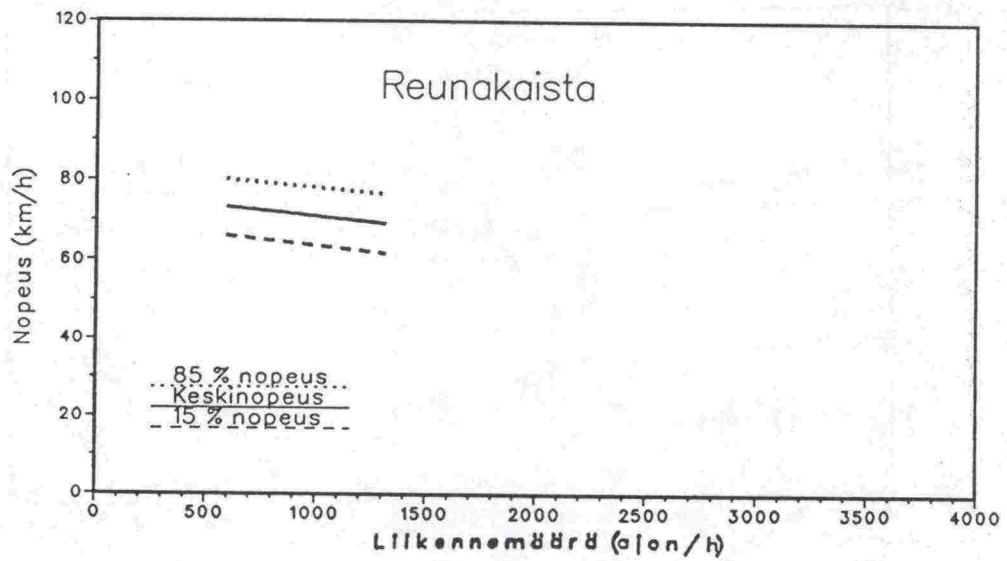
Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila itään

80



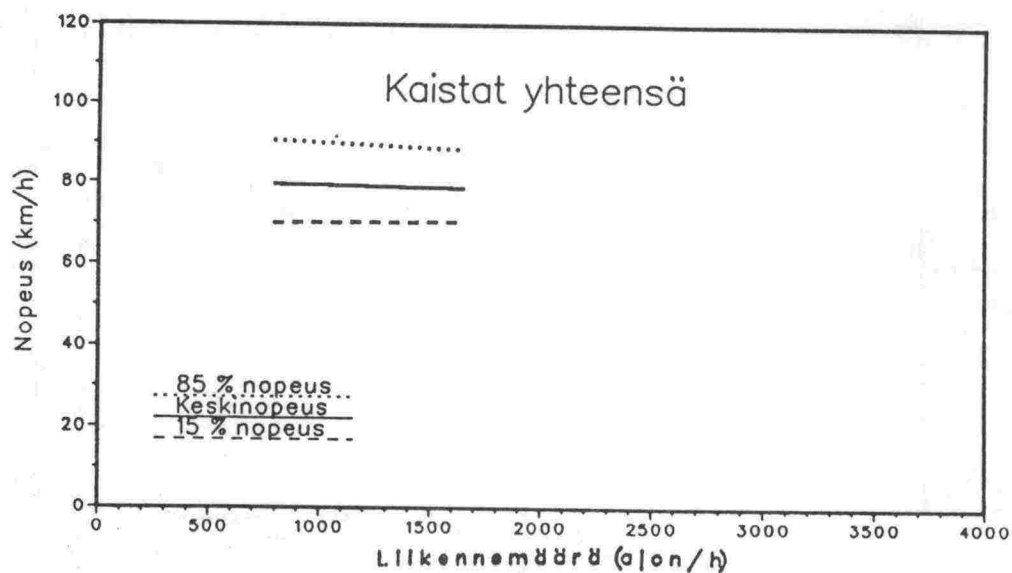
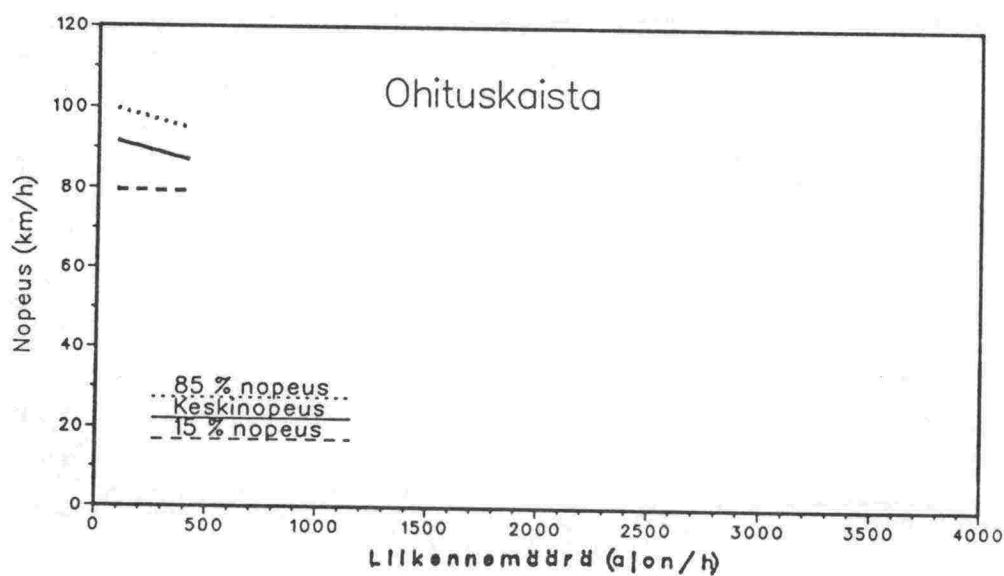
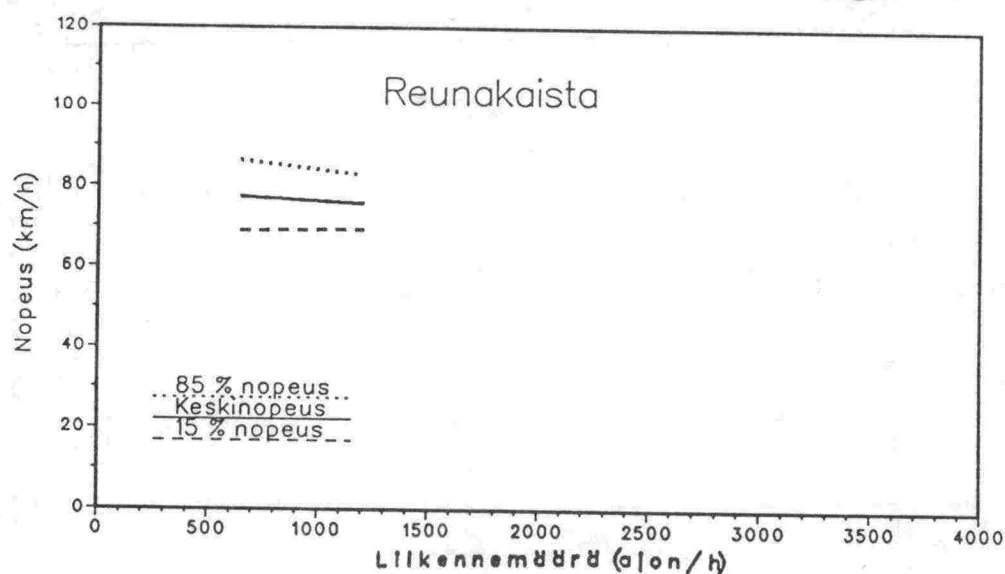
Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola itään

70



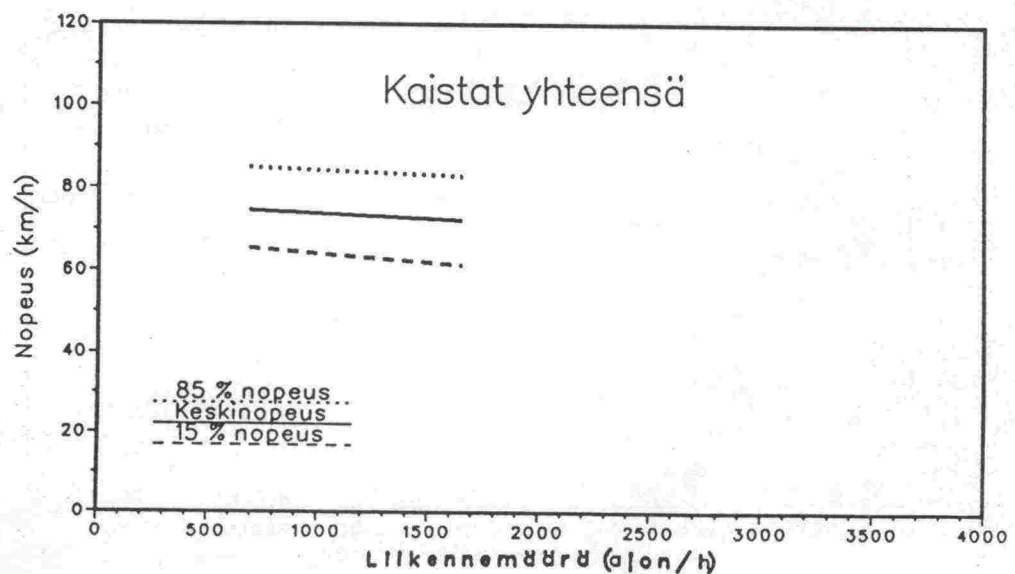
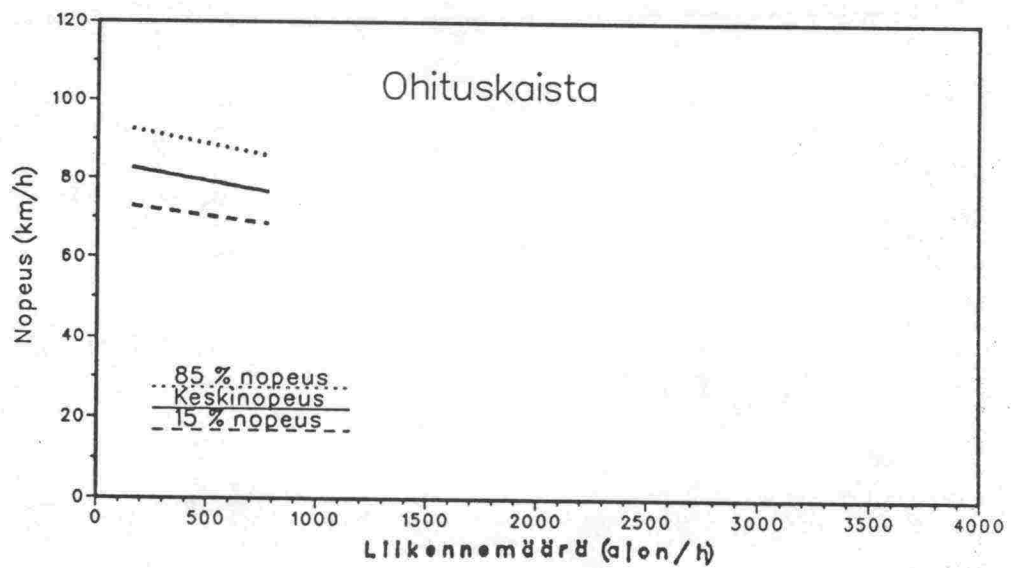
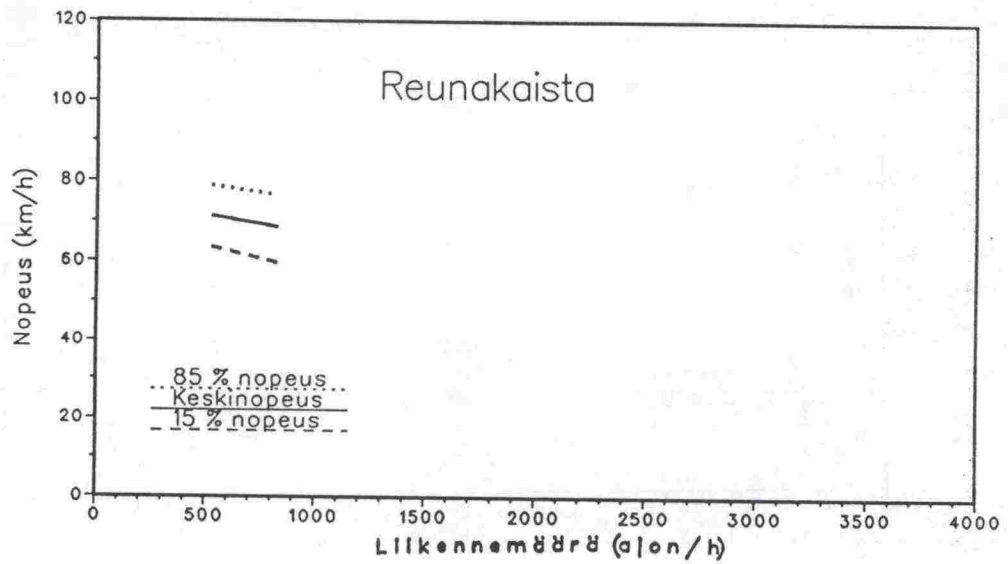
Kehä III (kt 50) Seutula länteen

80



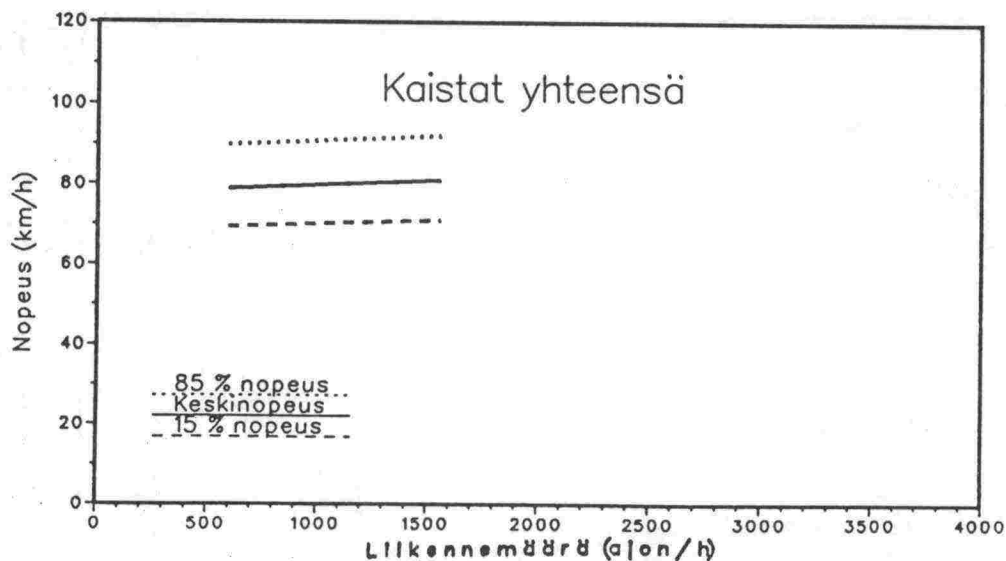
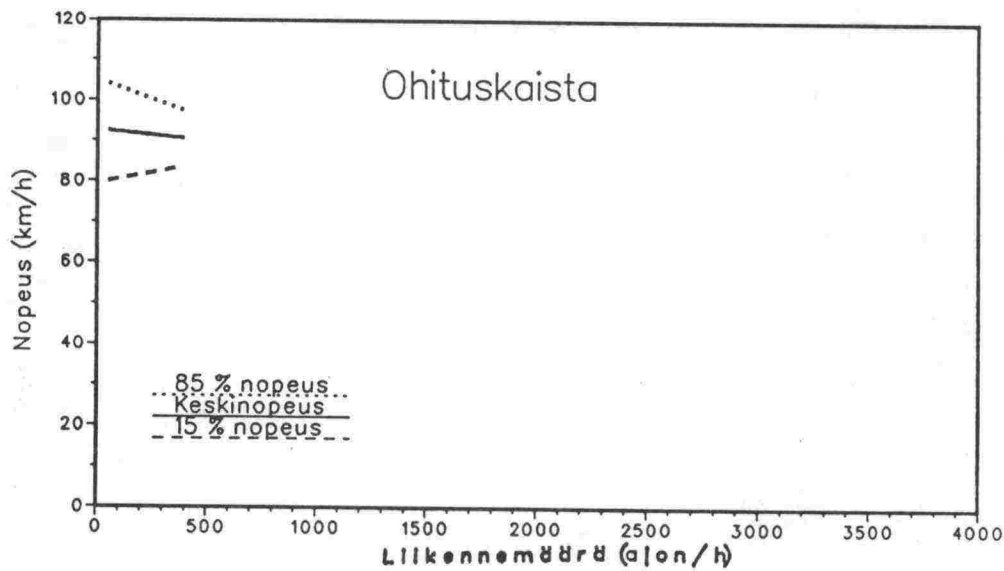
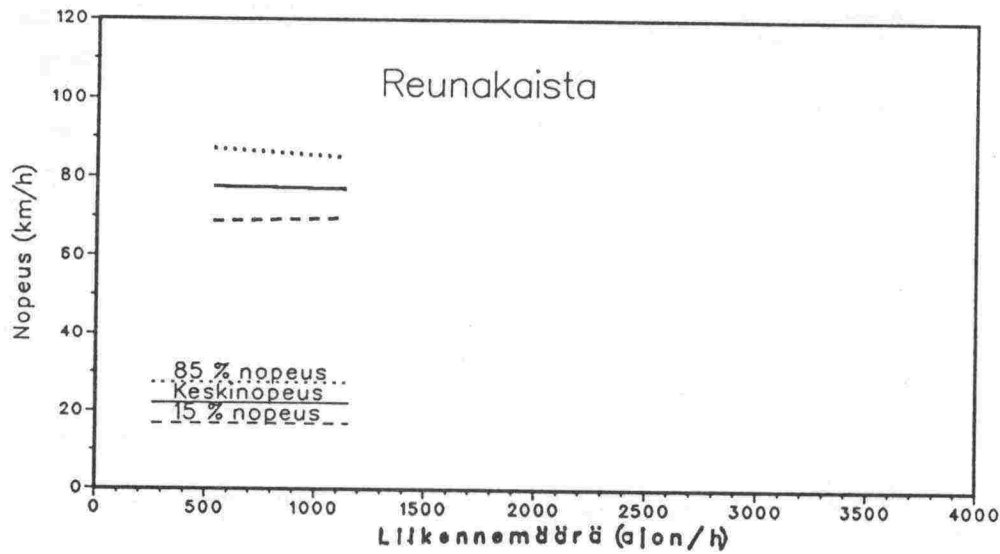
Kehä III (kt 50) Tuupakka itään

70



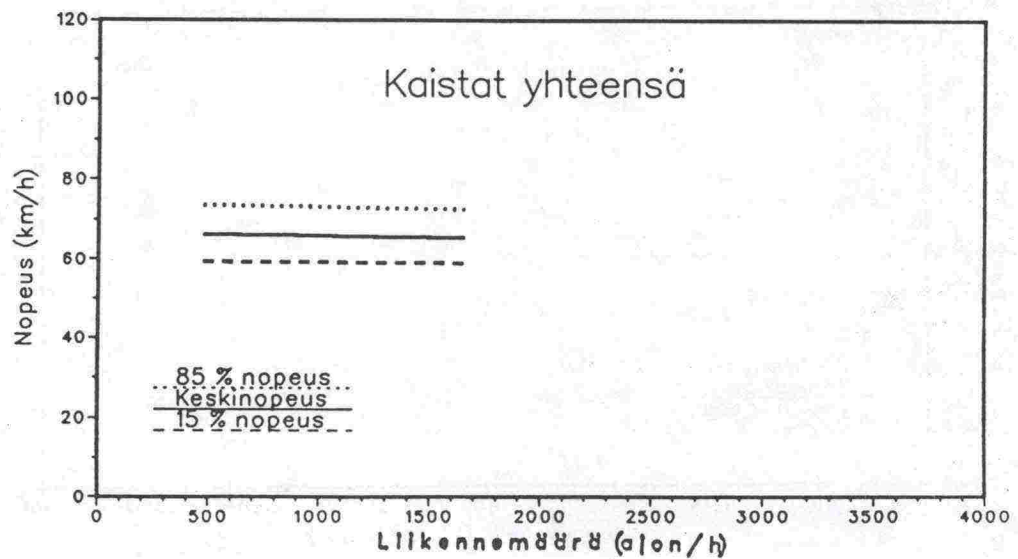
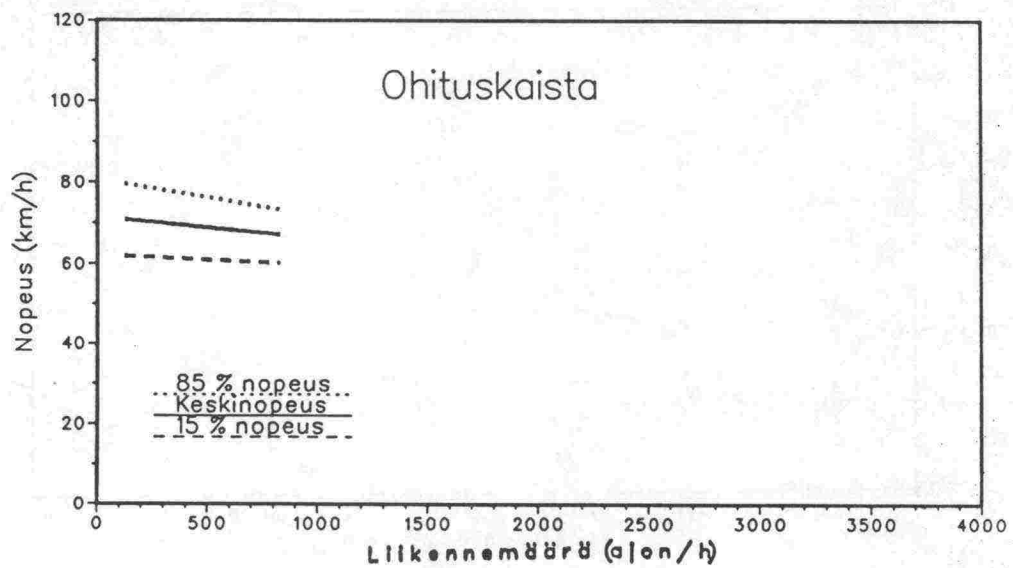
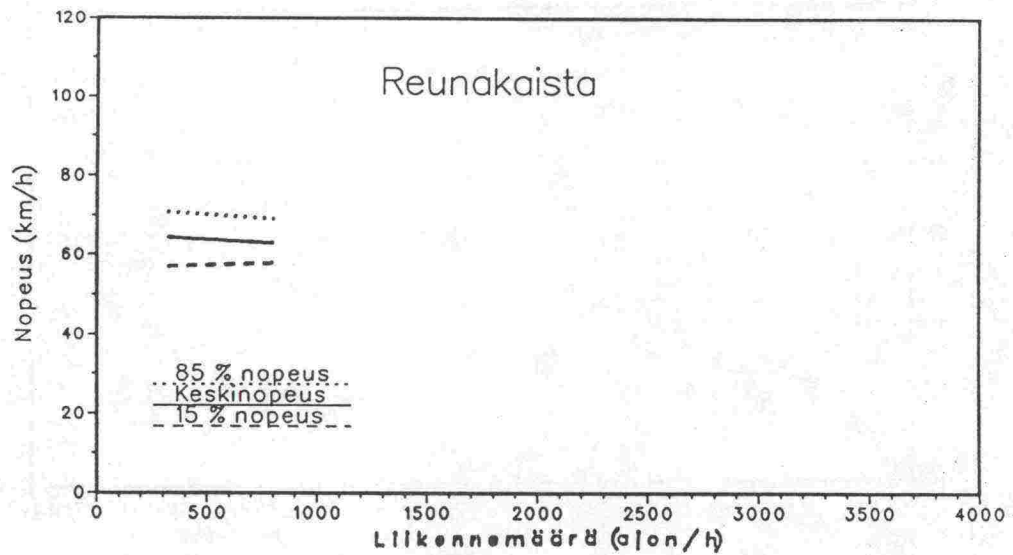
Kehä III (kt 50) Varisto länteen

80



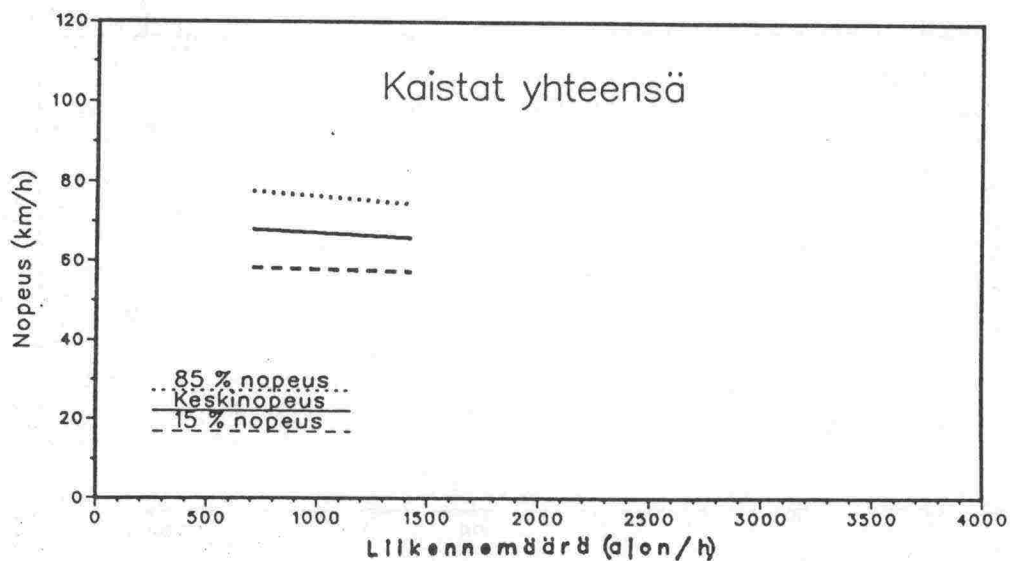
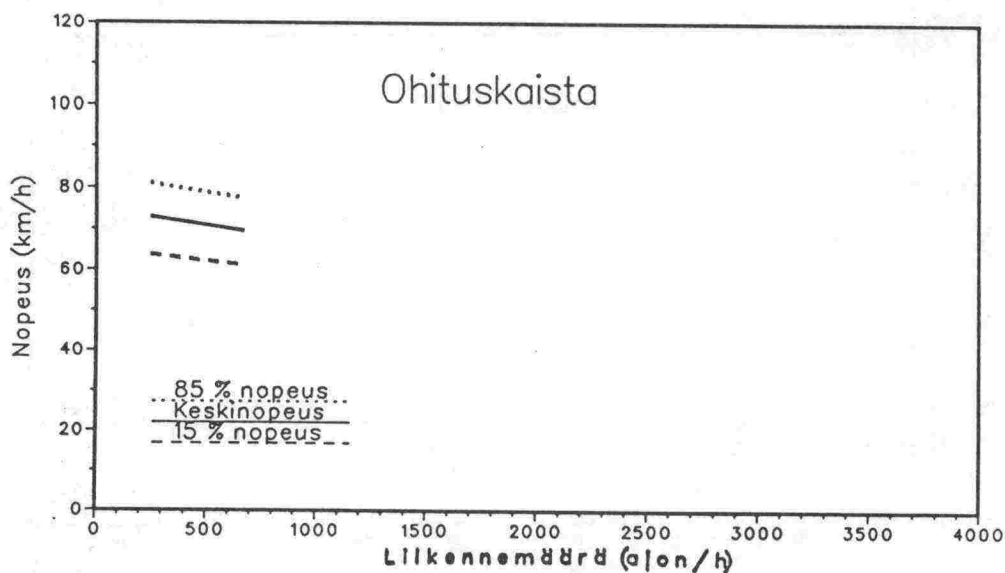
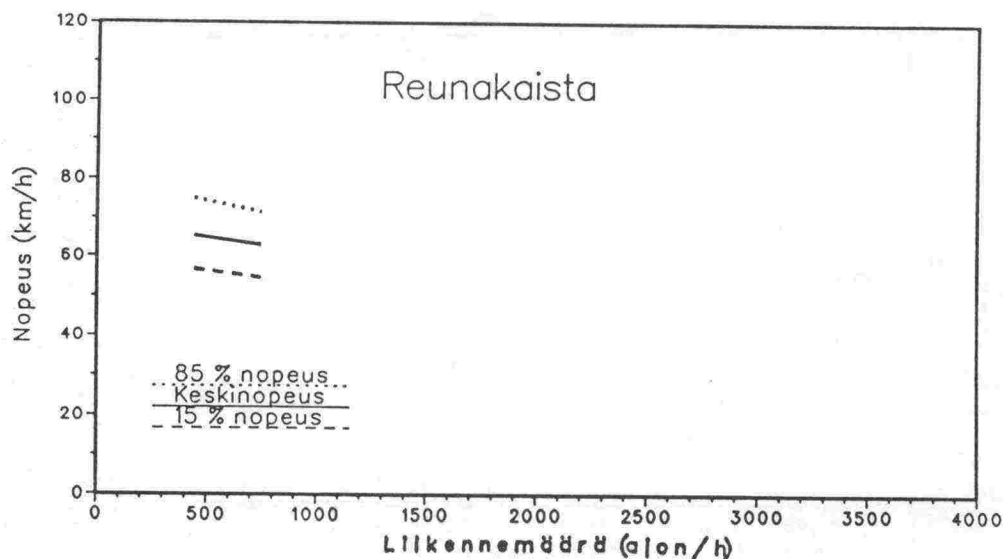
Turuntie (mt 118) Leppävaara itään

60



Vihdintie (mt 120) Konala pohjoiseen

70



0 - 6 m ajoneuvojen aikajakauman keskinopeuden (v_6) ja liikennemäärän tuntiarvon riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihtelualue. Regressiomalli $v_6 = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihtelualue
					Vakio	Kerroin	R ²	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	76,925	0,0015	0,1094	768 - 1 609
				ohitus	92,032	-0,0012	0,1064	164 - 1 412
				yhteensä	79,115	0,0020	0,4941	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	87,050	-0,0082	0,8782	825 - 1 510
				ohitus	93,684	-0,0054	0,6532	157 - 1 322
				yhteensä	83,876	-0,0013	0,6045	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	67,591	-0,0123	0,8599	492 - 1 353
				ohitus	67,733	-0,0086	0,8018	364 - 1 481
				yhteensä	67,127	-0,0049	0,8572	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	82,652	-0,0090	0,7866	840 - 1 859
				ohitus	89,644	-0,0090	0,9229	301 - 1 838
				yhteensä	82,912	-0,0035	0,8561	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	77,070	-0,0058	0,4957	593 - 1 348
				ohitus	87,596	-0,0096	0,8152	171 - 1 416
				yhteensä	78,745	-0,0023	0,4748	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	79,966	-0,0033	0,2650	644 - 1 239
				ohitus	93,473	-0,0158	0,5908	88 - 446
				yhteensä	81,234	-0,0012	0,1289	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	77,212	-0,0097	0,3579	582 - 865
				ohitus	85,045	-0,0107	0,5081	160 - 811
				yhteensä	77,382	-0,0027	0,2475	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	78,228	-0,0008	0,0191	532 - 1 157
				ohitus	93,048	-0,0055	0,0245	52 - 421
				yhteensä	78,002	0,0021	0,2129	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	65,805	-0,0034	0,2105	322 - 824
				ohitus	71,373	-0,0050	0,4520	127 - 864
				yhteensä	67,006	-0,0009	0,1013	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	70,135	-0,0088	0,3167	443 - 722
				ohitus	75,258	-0,0086	0,2598	248 - 697
				yhteensä	71,509	-0,0037	0,2644	704 - 1 451

6 - 14 m ajoneuvojen aikajakauman keskinopeuden (v_{14}) ja liikennemäärän tuntiaron (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihtelualue. Regressiomalli $v_{14} = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

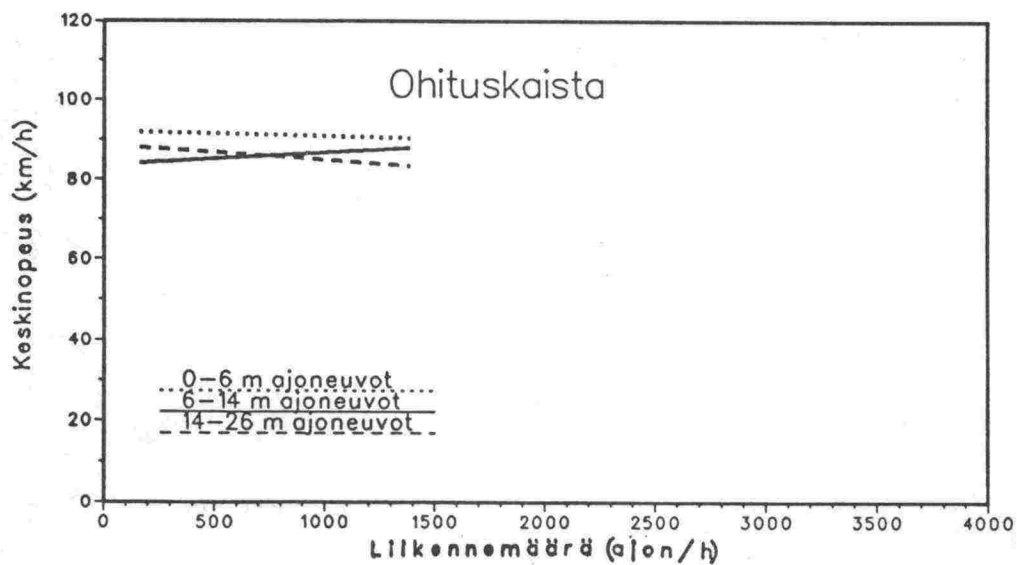
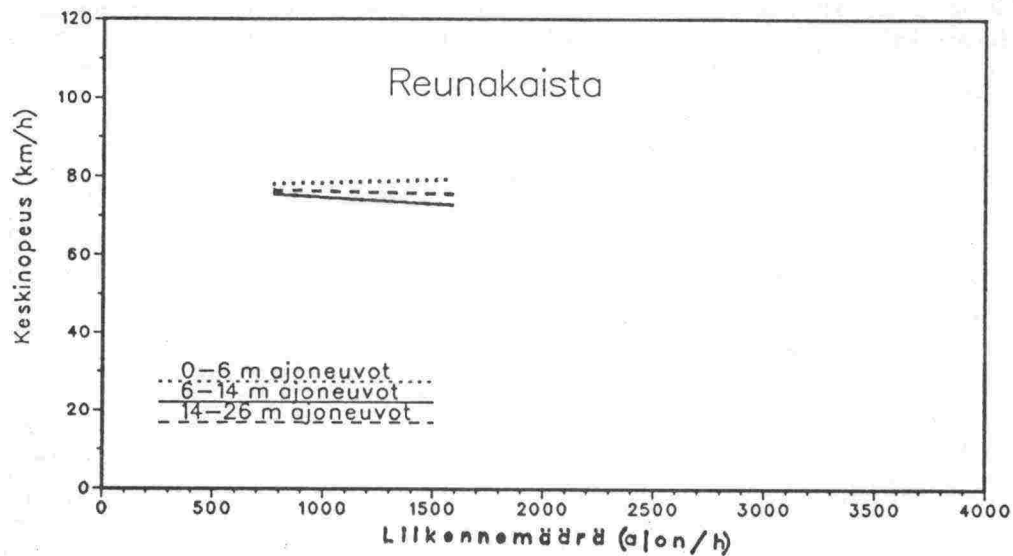
Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihtelualue
					Vakio	Kerroin	R ²	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	77,861	-0,0032	0,0937	768 - 1 609
				ohitus	83,573	0,0031	0,0869	164 - 1 412
				yhteensä	77,210	-0,0008	0,0455	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	88,767	-0,0114	0,7196	825 - 1 510
				ohitus	87,851	-0,0026	0,1583	157 - 1 322
				yhteensä	83,190	-0,0034	0,6359	1 036 - 2 773
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	65,151	-0,0140	0,7619	492 - 1 353
				ohitus	61,927	-0,0051	0,1073	364 - 1 481
				yhteensä	63,337	-0,0056	0,8476	876 - 2 825
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	80,158	-0,0092	0,7106	840 - 1 859
				ohitus	84,223	-0,0061	0,5522	301 - 1 838
				yhteensä	78,148	-0,0035	0,7324	1 176 - 3 661
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	74,797	-0,0060	0,3290	593 - 1 348
				ohitus	83,107	-0,0078	0,2367	171 - 1 416
				yhteensä	75,299	-0,0031	0,4398	796 - 2 764
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	81,886	-0,0094	0,3319	644 - 1 239
				ohitus	88,811	-0,0123	0,0731	88 - 446
				yhteensä	82,359	-0,0064	0,3541	792 - 1 686
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	73,585	-0,0104	0,1876	582 - 865
				ohitus	80,376	-0,0127	0,1637	160 - 811
				yhteensä	76,725	-0,0076	0,4277	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	81,180	-0,0065	0,2756	532 - 1 157
				ohitus	87,212	0,0028	0,0031	52 - 421
				yhteensä	78,187	-0,0008	0,0102	596 - 1 578
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna	64,670	-0,0060	0,1546	322 - 824
				ohitus	71,416	-0,0018	0,0064	127 - 864
				yhteensä	65,752	-0,0033	0,1949	476 - 1 688
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna	71,382	-0,0280	0,4924	443 - 722
				ohitus	57,234	0,0312	0,5413	248 - 697
				yhteensä	60,985	-0,0052	0,0717	704 - 1 451

14 - 26 m ajoneuvojen aikajakauman keskinopeuden (v_{26}) ja liikennemäärän tuntiarvon (q) riipuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihteluväli. Regressiomalli $v_{26} = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihteluväli
					Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna	77,439	-0,0012	0,0220	768 - 1 609
				ohitus	88,605	-0,0037	0,5354	164 - 1 412
				yhteensä	81,269	-0,0013	0,0727	936 - 3 021
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna	87,744	-0,0107	0,6164	825 - 1 510
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna	64,550	-0,0138	0,4724	492 - 1 353
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna	81,067	-0,0114	0,4802	840 - 1 859
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna	74,748	-0,0063	0,2245	593 - 1 348
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna	74,705	-0,0012	0,0050	644 - 1 239
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna	71,967	-0,0124	0,1518	582 - 865
				ohitus	76,641	-0,0073	0,0931	160 - 811
				yhteensä	69,163	-0,0028	0,0468	688 - 1 677
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna	78,742	-0,0060	0,1582	532 - 1 157

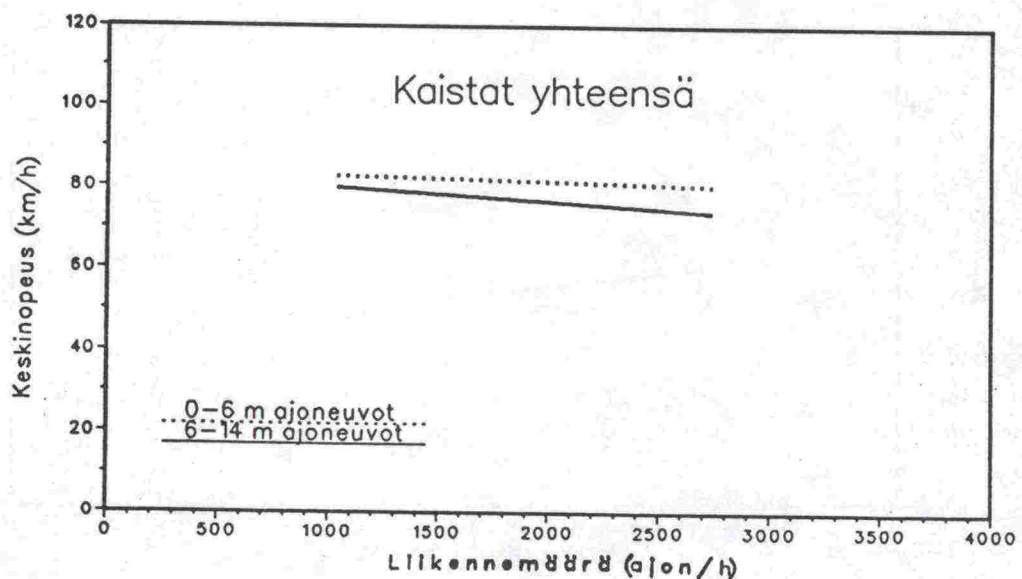
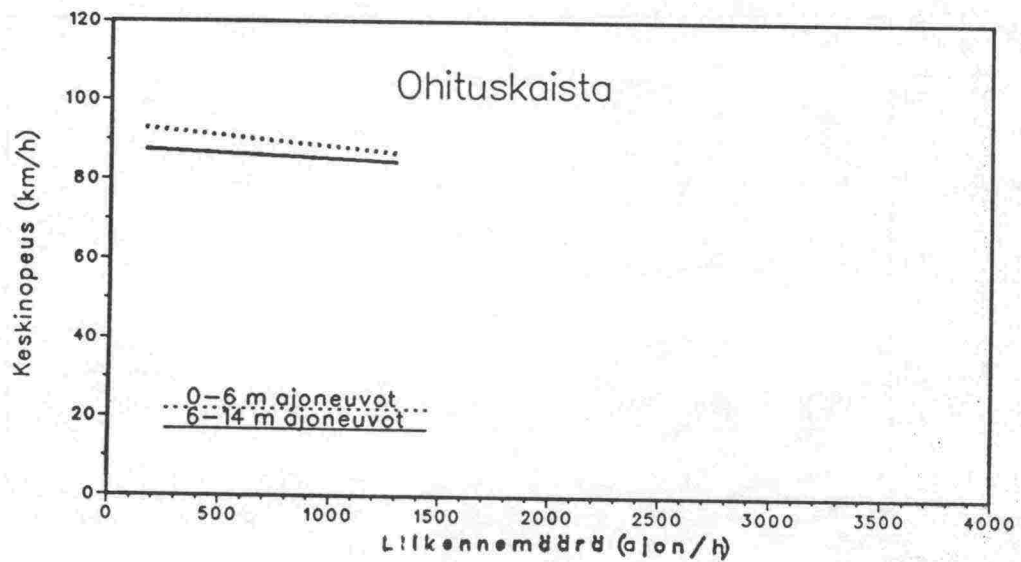
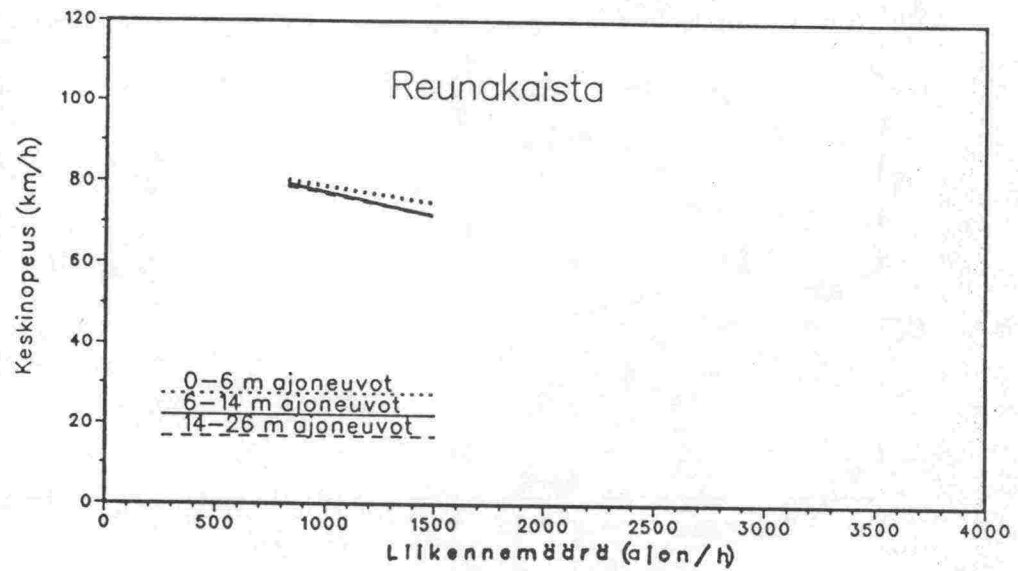
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela etelään

80



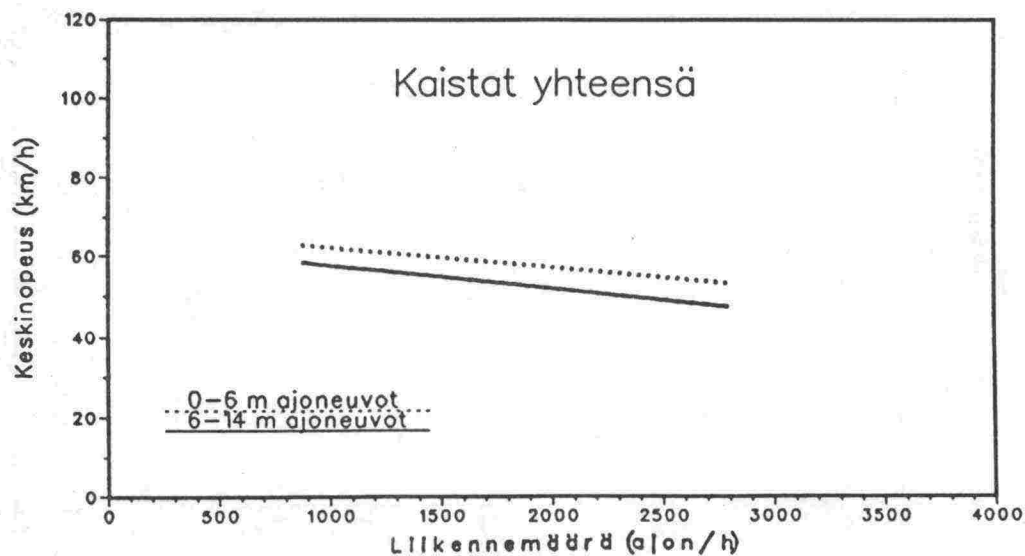
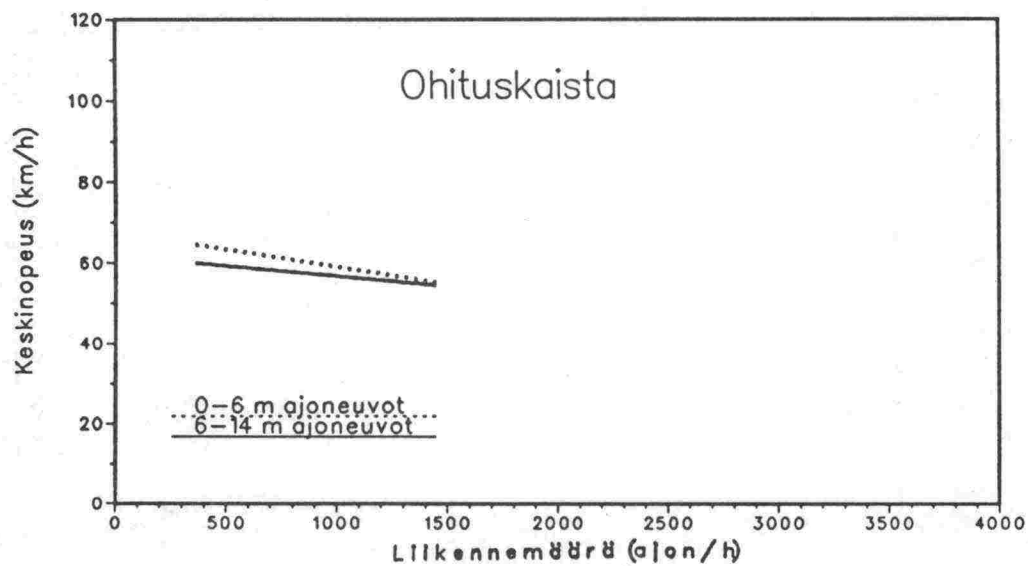
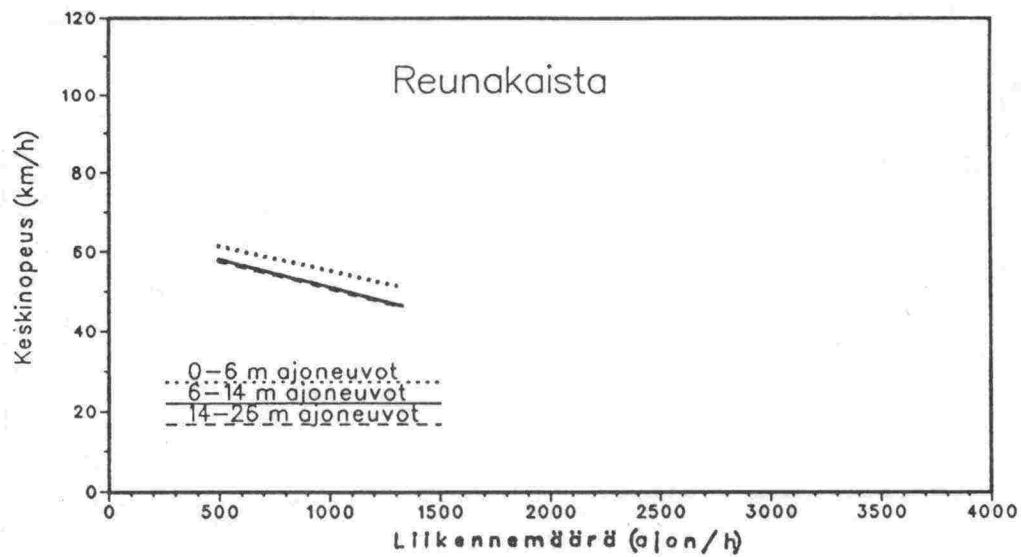
Hämeenlinnanväylä (vt 3) Etelä-Kaarela pohjoiseen

80



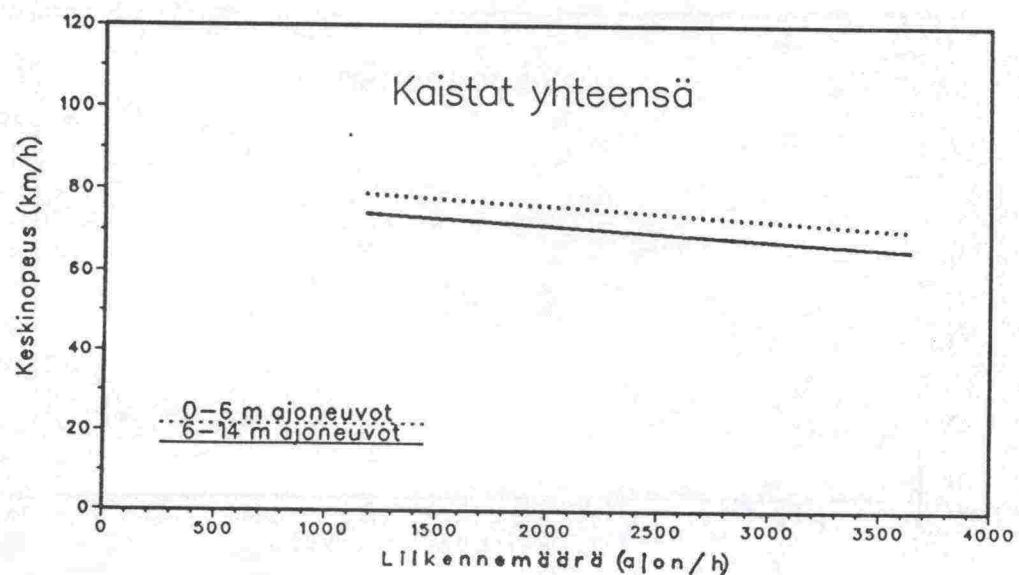
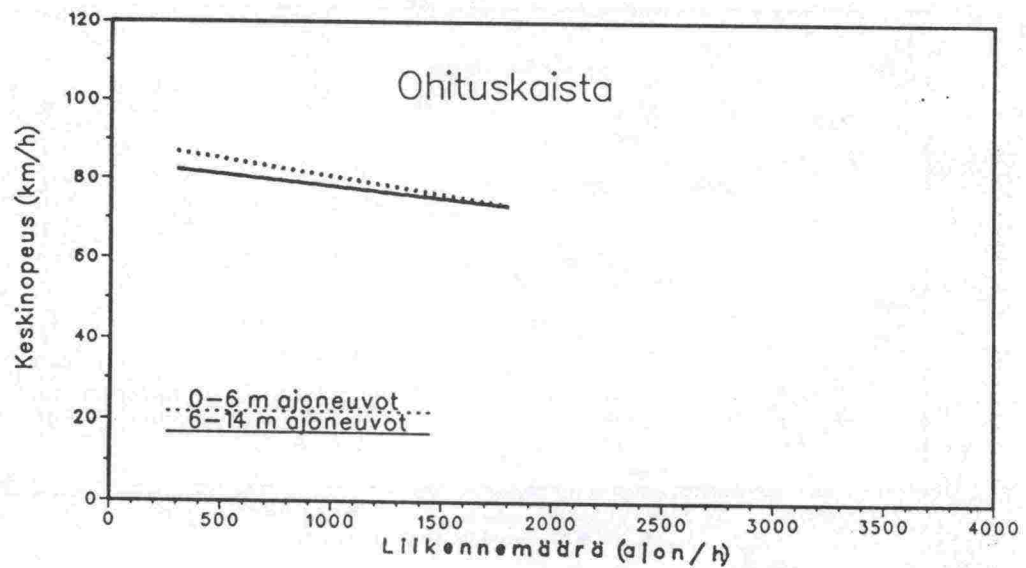
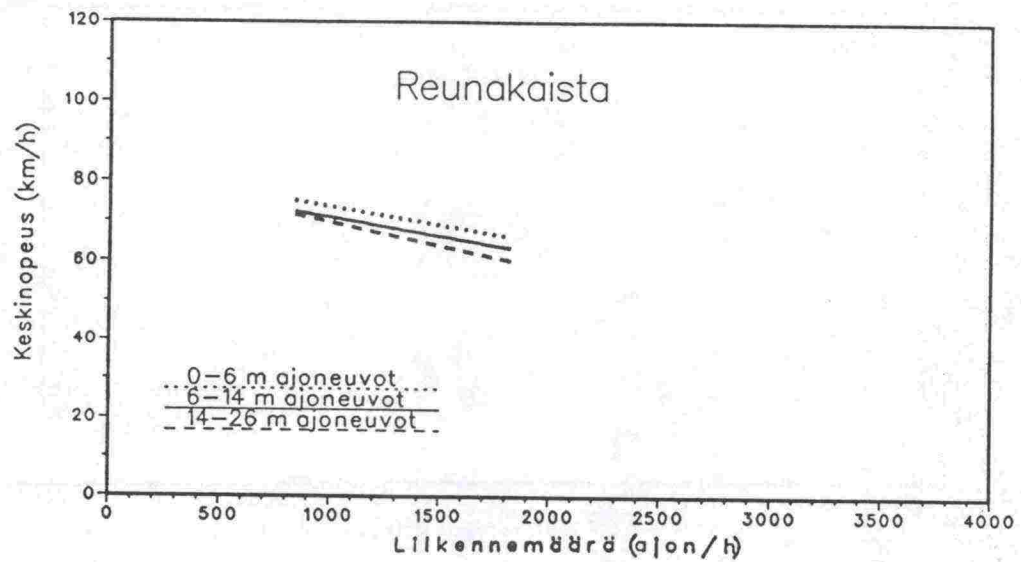
Kehä I (mt 1141) Leppävaara itään

(60)



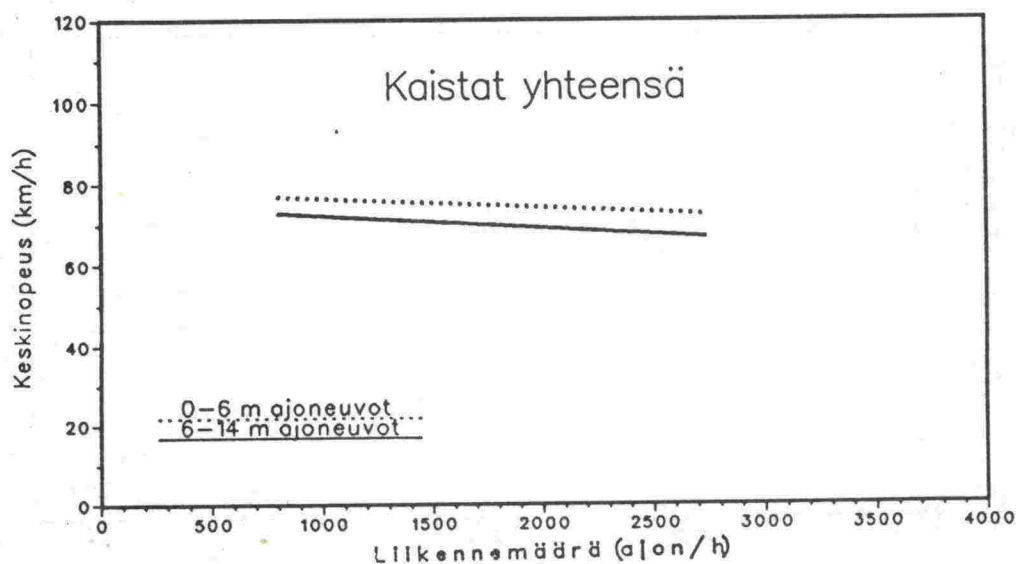
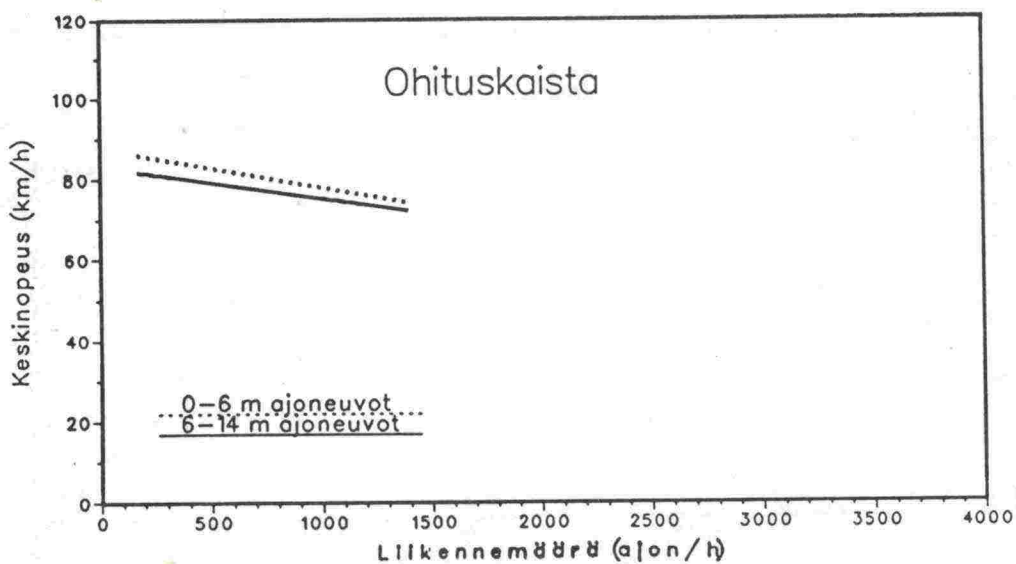
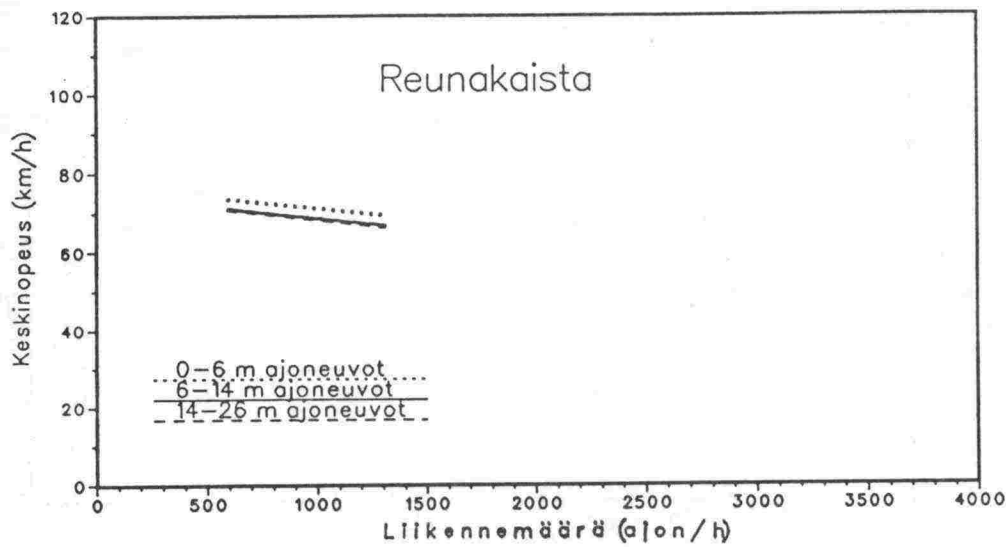
Kehä I (mt 1141) Länsi-Pakila itään

80



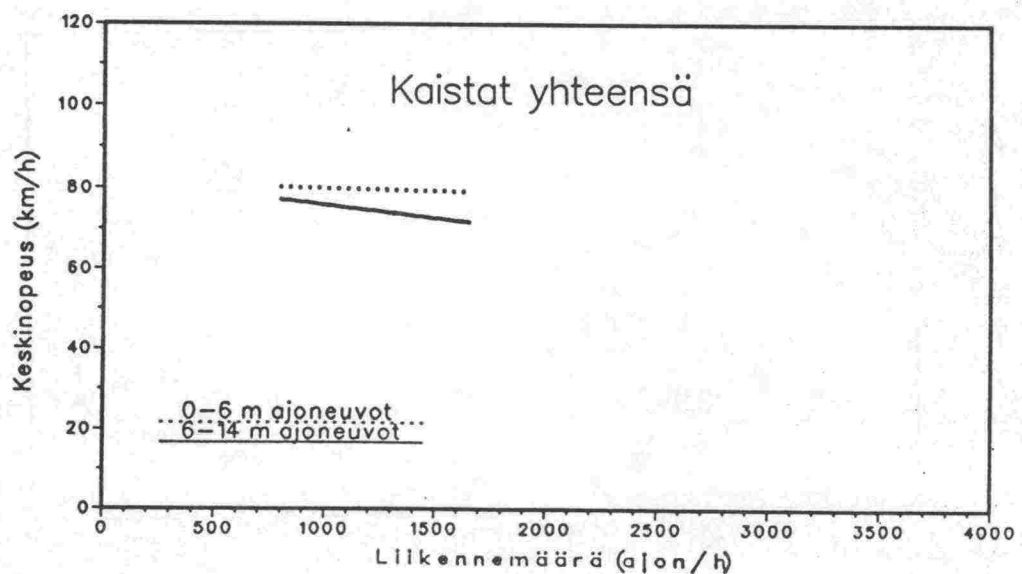
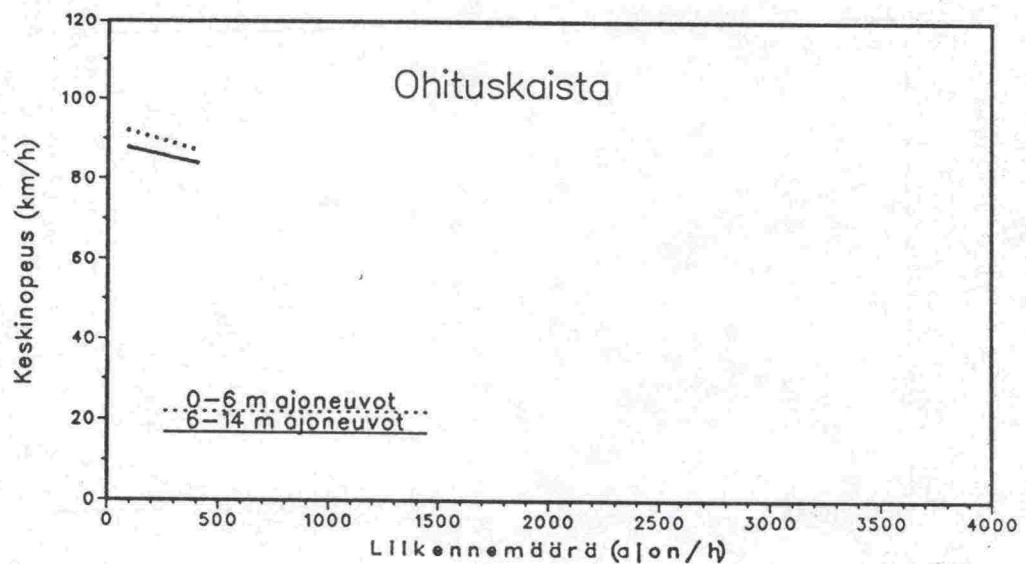
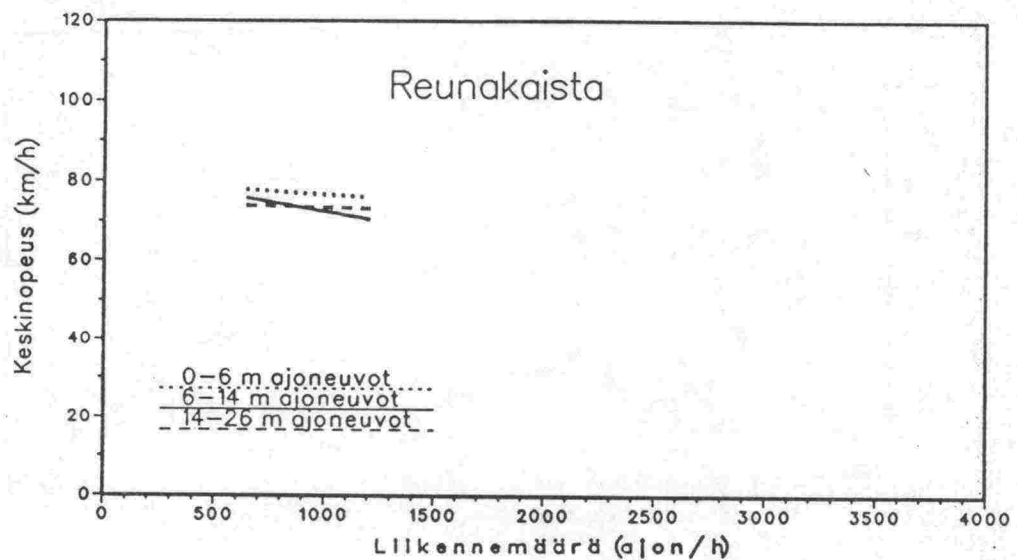
Kehä I (mt 1141) Pohjois-Tapiola länteen

70



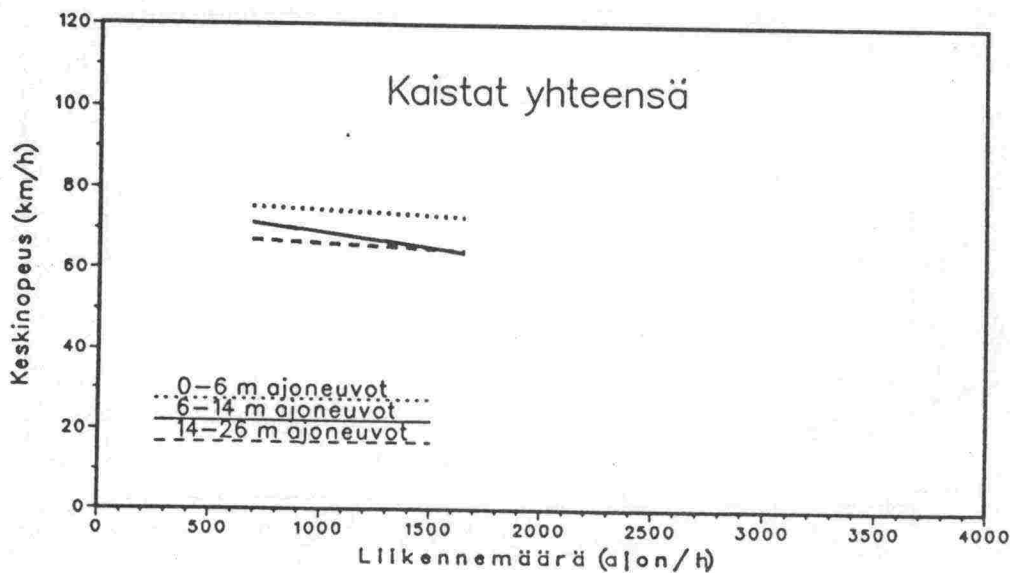
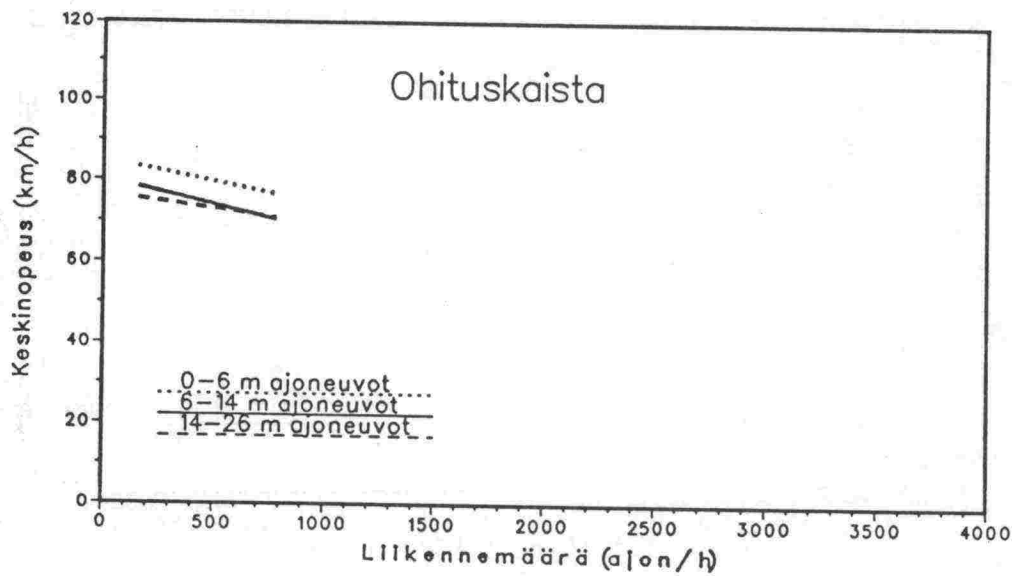
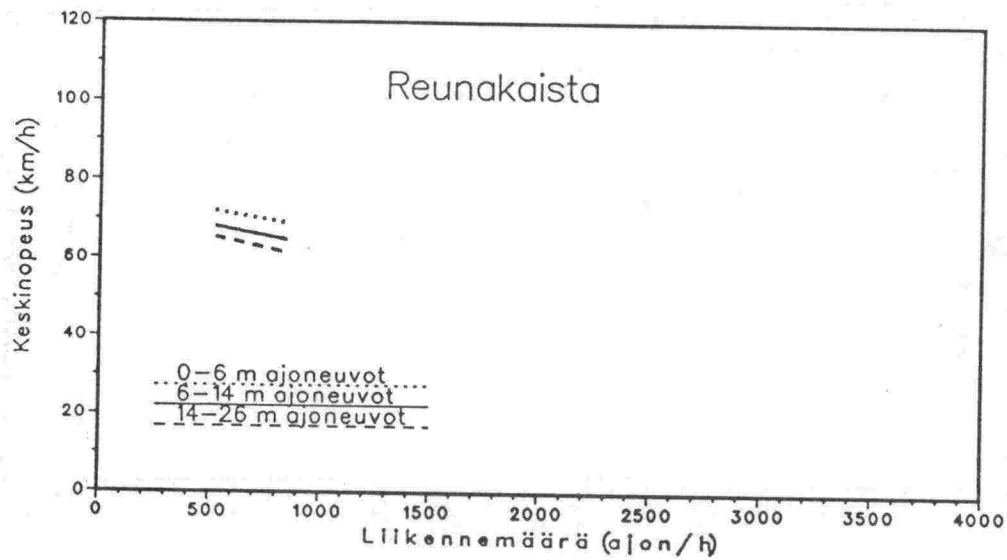
Kehä III (kt 50) Seutula länteen

80



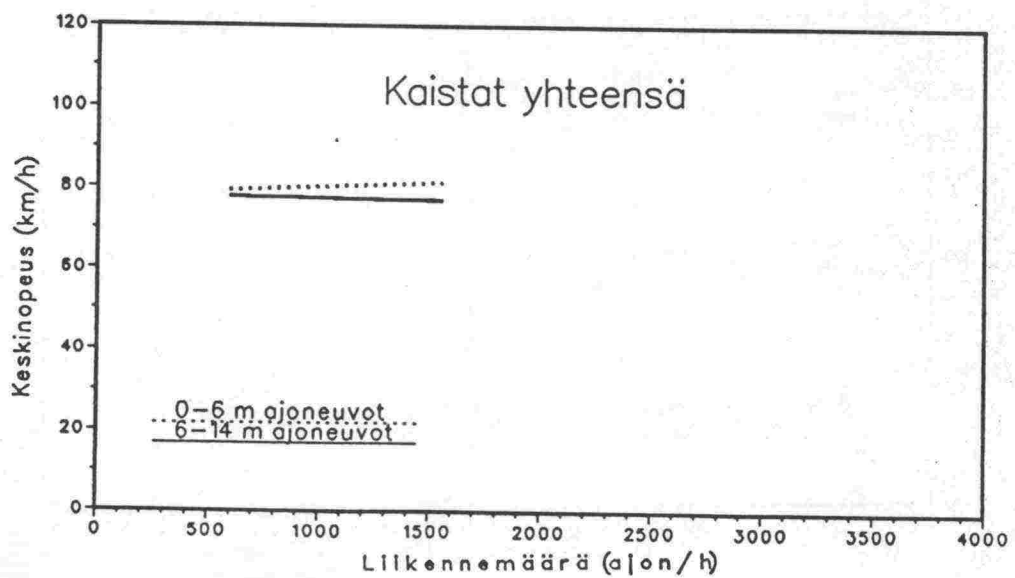
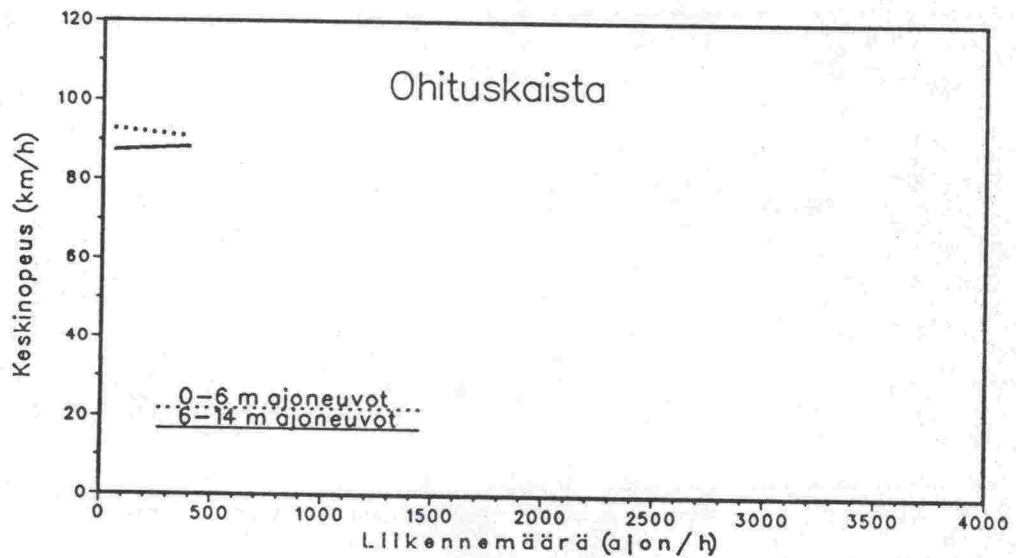
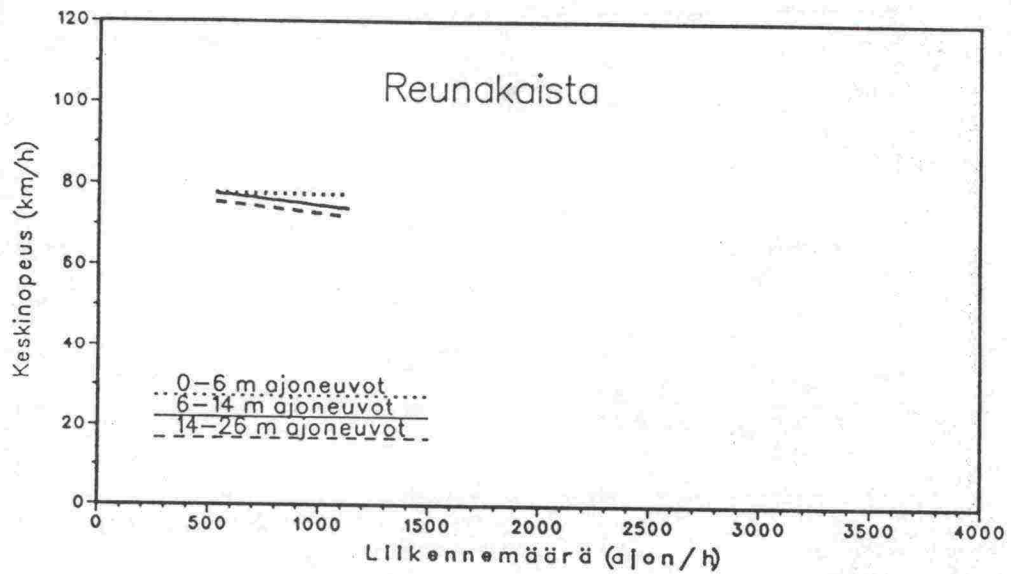
Kehä III (kt 50) Tuupakka itään

70



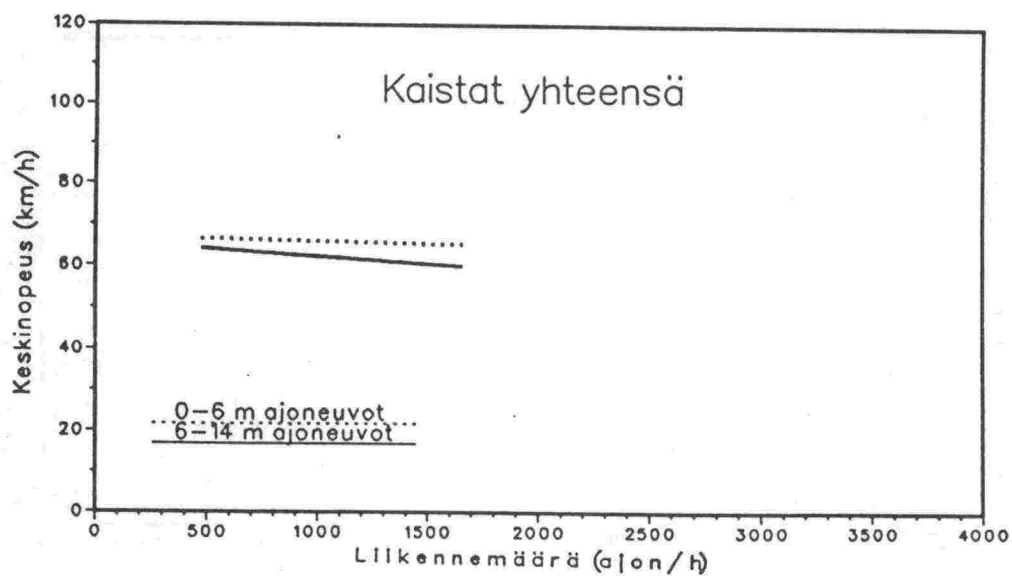
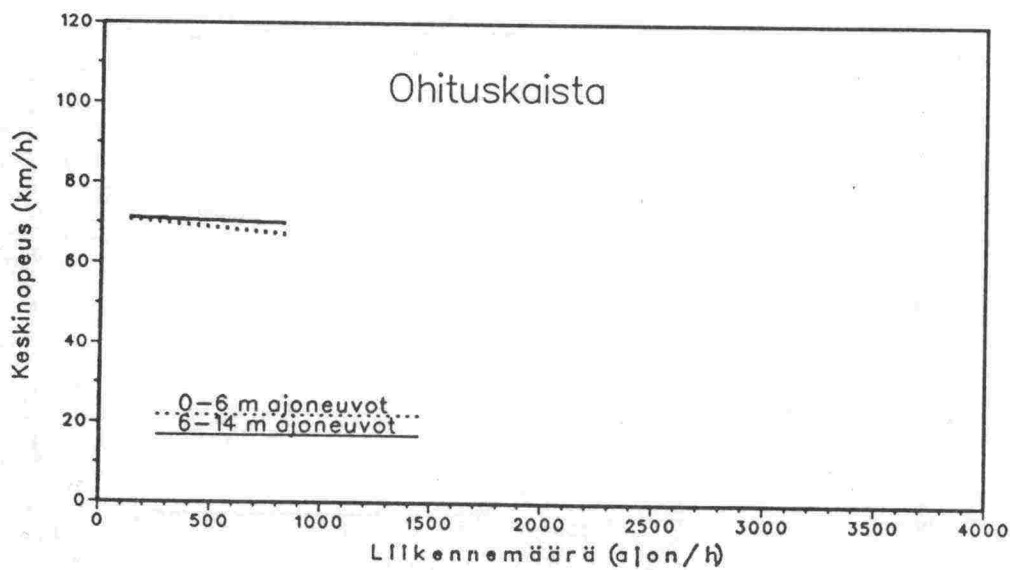
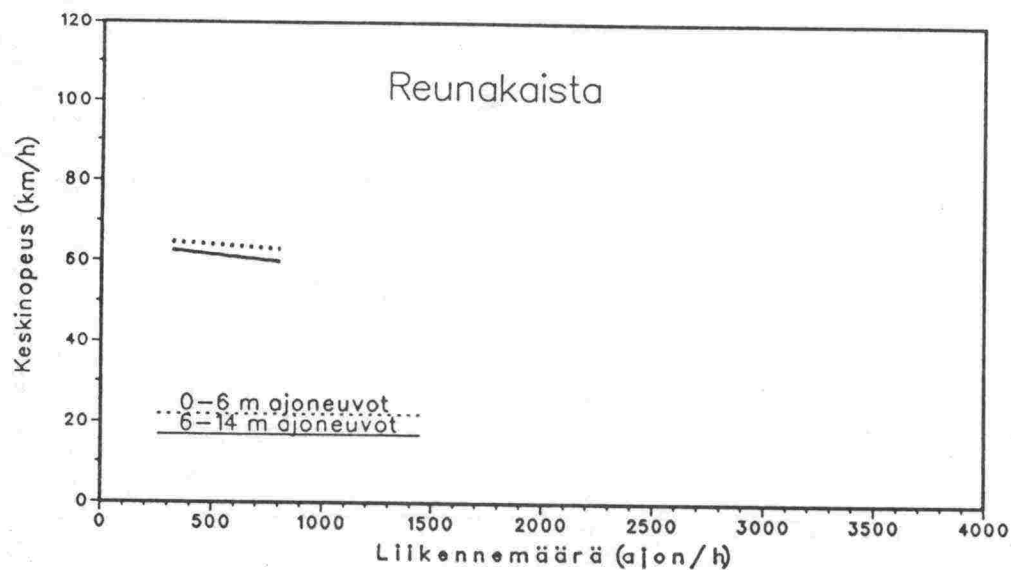
Kehä III (kt 50) Varisto länteen

80



Turuntie (mt 118) Leppävaara itään

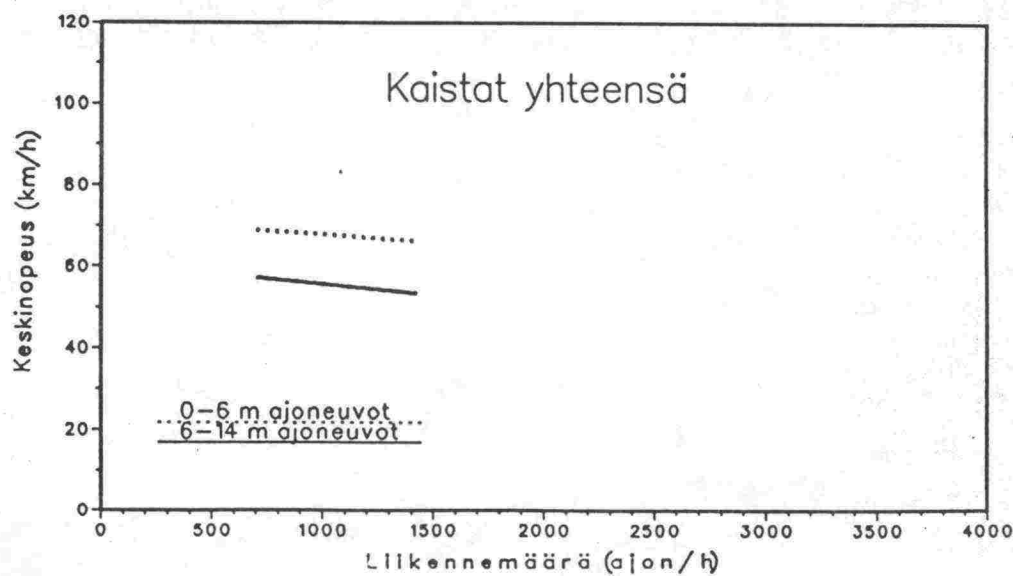
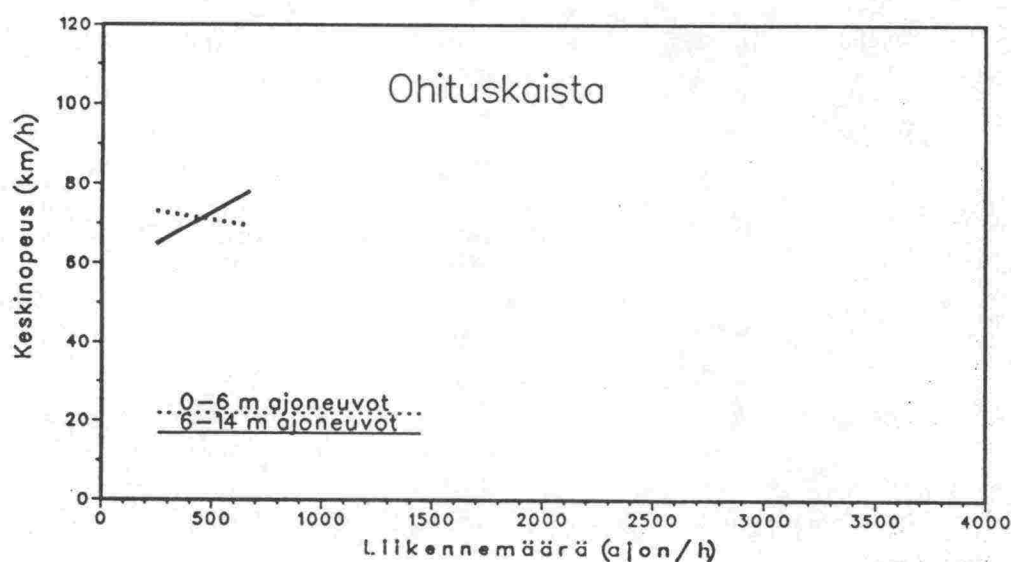
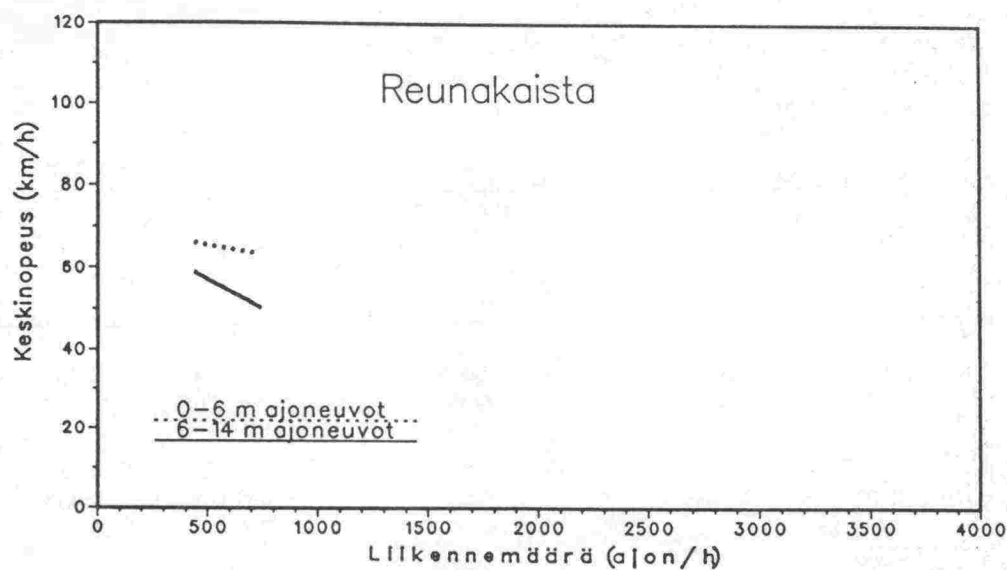
60



- 187 -
Vihdintie (mt 120) Konala
pohjoiseen

Liite 14 13(13)

70



Vaarallisten aikavälien (t_{va}) ja liikennemäärän tuntiarvon (q) riippuvaisuuden regressiomallin parametrit ja selittäjän vaihtelualue. Regressiomalli $t_{va} = \text{vakio} + \text{kerroin} * q$.

Piste n:o	Tie	Paikka	Suunta	Kaista	Regressiokertoimet			Liikennemäärän vaihtelualue
					Vakio	Kerroin	R^2	
1	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	etelään	reuna ohitus	-0,247	0,0083	0,8222	768 - 1 609
					4,429	0,0135	0,6137	164 - 1 412
2	Hämeenlin- nanväylä	Etelä- Kaarela	pohjoi- seen	reuna ohitus	4,351	0,0039	0,4072	825 - 1 510
					5,173	0,0145	0,7340	157 - 1 322
3	Kehä I	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	0,744	0,0108	0,6830	492 - 1 353
					13,133	0,0059	0,3416	364 - 1 481
4	Kehä I	Länsi- Pakila	itään	reuna ohitus	0,811	0,0079	0,7134	840 - 1 859
					9,052	0,0070	0,5945	301 - 1 838
5	Kehä I	Pohjois- Tapiola	länteen	reuna ohitus	-0,751	0,0123	0,7673	593 - 1 348
					6,831	0,0120	0,7295	171 - 1 416
6	Kehä III	Seutula	länteen	reuna ohitus	0,340	0,0083	0,4291	644 - 1 239
					3,548	0,0179	0,2936	88 - 446
7	Kehä III	Tuupakka	itään	reuna ohitus	0,580	0,0074	0,1333	582 - 865
					4,118	0,0182	0,5599	160 - 811
8	Kehä III	Varisto	länteen	reuna ohitus	-0,235	0,0086	0,5850	532 - 1 157
					1,110	0,0267	0,4053	52 - 421
9	Turuntie	Leppä- vaara	itään	reuna ohitus	0,041	0,0111	0,4508	322 - 824
					3,452	0,0229	0,6869	127 - 864
10	Vihdintie	Konala	pohjoi- seen	reuna ohitus	2,187	0,0080	0,2076	443 - 722
					2,168	0,0142	0,4594	248 - 697